



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS

THAYSA PASSOS NERY CHAGAS

DOR E LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM
PRATICANTES DE CORRIDA DE RUA E OS
MECANISMOS NEURAIIS ENVOLVIDOS: ESTUDO
OBSERVACIONAL

SÃO CRISTÓVÃO

2024

**THAYSA PASSOS NERY CHAGAS DOR E LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM
PRATICANTES DE CORRIDA DE RUA E OS MECANISMOS NEURAIS ENVOLVIDOS: ESTUDO
OBSERVACIONAL**

THAYSA PASSOS NERY CHAGAS

**DOR E LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM
PRATICANTES DE CORRIDA DE RUA E OS
MECANISMOS NEURAIIS ENVOLVIDOS: ESTUDO
OBSERVACIONAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de Sergipe como requisito à obtenção do grau de Doutora em Ciências Fisiológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Josimari Melo de Santana

SÃO CRISTÓVÃO

2024

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

C433d Chagas, Thaysa Passos Nery
Dor e lesões musculoesqueléticas em praticantes de corrida de rua e os mecanismos neurais envolvidos : estudo observacional / Thaysa Passos Nery Chagas ; orientadora Josimari Melo de Santana.– São Cristóvão, SE, 2024.
165 f. : il.

Tese (doutorado em Ciências Fisiológicas) – Universidade Federal de Sergipe, 2024.

1. Dor. 2. Sistema musculoesquelético - Ferimentos e lesões. 3. Corridas – Treinamento técnico. 4. Lesões esportivas. I. Santana, Josimari Melo de, orient. II. Título.

CDU 612.766.1:796.422

THAYSA PASSOS NERY CHAGAS

**DOR E LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM
PRATICANTES DE CORRIDA DE RUA E OS
MECANISMOS NEURAIIS ENVOLVIDOS: ESTUDO
OBSERVACIONAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de Sergipe como requisito à obtenção do grau de Doutora em Ciências Fisiológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Josimari Melo de Santana

1º Examinador: Prof. Dr. Alan Bruno Silva Vasconcelos

2º Examinador: Prof. Dr. Luiz Carlos Hespanhol Júnior

3º Examinador: Prof. Dr. Thiago Abner dos Santos Sousa

4ª Examinadora: Profa. Dra. Thayse Natacha Queiroz Ferreira Gomes

RESUMO

DOR E LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM PRATICANTES DE CORRIDA DE RUA E OS MECANISMOS NEURAI ENVOLVIDOS: ESTUDO OBSERVACIONAL, Thaysa Passos Nery Chagas, Aracaju/SE, 2024.

INTRODUÇÃO: A popularidade da corrida de rua tem crescido, aumentando o número de praticantes e competições, mas também o risco de lesões. Essas lesões podem comprometer os benefícios da corrida à saúde, limitando a participação em treinos e competições e gerando problemas financeiros, emocionais e clínicos. As lesões por uso excessivo, que não necessariamente interrompem a participação, são frequentemente negligenciadas. Há diferenças na percepção da dor entre corredores recreativos e pessoas normalmente ativas, bem como diferenças entre os sexos. **OBJETIVOS:** O objetivo desse estudo foi avaliar dor e lesões musculoesqueléticas em praticantes de corrida de rua recreacionais e os mecanismos neurais envolvidos. **MÉTODO:** A pesquisa consistiu em três estudos observacionais transversais. No primeiro estudo, 101 participantes foram divididos em quatro grupos (homens corredores, mulheres corredoras e homens e mulheres não corredores), para analisar fatores intrínsecos (pessoais) e treinamento e sua relação com a dor e lesões prévias. No segundo estudo, participaram 57 indivíduos divididos em dois grupos (homens corredores e mulheres corredoras), para analisar fatores extrínsecos de treinamento (características de treinamento), e sua relação com a dor e lesões prévias. No terceiro estudo, 57 homens foram divididos em três grupos para investigar diferenças nos locais de dor, tolerância à dor, limiares de dor por pressão e paixão pela corrida. **RESULTADOS:** Os estudos mostraram que: 1. os homens corredores recreacionais (HCR) apresentam maior tempo de prática, maiores volumes semanais e maiores velocidades em seus treinamentos que as mulheres corredoras (MCR) para as mesmas participações em provas, apesar do tamanho de efeito baixo; 2. HCR apresentam 15 vezes mais chance de sentir dor fraca quando comparado a MCR; 3. o limiar de dor por pressão (LDP) no músculo tibial anterior das MCR aumenta com o aumento do tempo de prática da corrida; 4. já entre os HCR, aumentar a frequência de treinamento se relacionou com a redução de LDP no músculo tibial anterior e na região lombar, no entanto, não implica influência; LDP de mulheres corredoras foi mais baixo que o de MNCR no tendão calcâneo, mas a tolerância à dor foi maior nas MCR; 5. a tolerância à dor aumenta com o aumento do tempo de prática no grupo de MCR; 6. corredores de longas e curtas distâncias não apresentaram diferenças na tolerância à dor, mas o grupo de corredores de longas distâncias apresentou maior tolerância à dor do que não praticantes; 7. ser mais apaixonado de forma obsessiva pela modalidade não aumenta a tolerância à dor; 8. a paixão obsessiva pela modalidade impacta o número de lesões em corredores de curtas distâncias; 9. a ativação da via inibitória da dor não apresentou eficiência em corredores de longas distâncias; 10. participar de provas de longas ou curtas distâncias não afeta o LDP na tíbia e no joelho. **CONCLUSÃO:** A corrida regular pode habituar o corpo à dor, desde que não haja excesso de treinamento ou aumentos abruptos de volume e intensidade. Nos homens, o treinamento de corrida pode diminuir a sensibilidade à dor e aumentar a tolerância. Nas mulheres, aumentar o volume semanal de corrida pode aumentar a sensibilidade à dor, embora também aumente a tolerância.

Palavras-chave: corrida de rua; lesões; dor; treinamento.

ABSTRACT

PAIN AND MUSCULOSKELETAL INJURIES IN RECREATIONAL RUNNERS AND THE NEURAL MECHANISMS INVOLVED: OBSERVATIONAL STUDY, Thaysa Passos Nery Chagas, Aracaju/SE, 2024.

INTRODUCTION: The popularity of street running has grown, increasing the number of participants and competitions, but also the risk of injuries. These injuries can compromise the health benefits of running, limiting participation in training and competitions and generating financial, emotional and clinical problems. Overuse injuries, which do not necessarily interrupt participation, are often overlooked. There are differences in pain perception between recreational runners and normally active people, as well as differences between the sexes. **OBJECTIVES:** The objective of this study was to evaluate pain and musculoskeletal injuries in recreational street runners and the neural mechanisms involved. **METHOD:** The research consisted of three cross-sectional observational studies. In the first study, 101 participants were divided into four groups (male runners, female runners and male and female non-runners), to analyze intrinsic (personal) factors and training and their relationship with pain and previous injuries. In the second study, 57 individuals divided into two groups (male runners and female runners) participated to analyze extrinsic training factors (training characteristics) and their relationship with pain and previous injuries. In the third study, 57 men were divided into three groups to investigate differences in pain locations, pain tolerance, pressure pain thresholds and passion for running. **RESULTS:** The studies showed that: 1. male recreational runners (HCR) have longer practice time, higher weekly volumes and higher speeds in their training than female runners (MCR) for the same participation in events, despite the effect size low; 2. HCR are 15 times more likely to experience mild pain when compared to MCR; 3. the pressure pain threshold (LDP) in the anterior tibialis muscle of the MCR increases with increasing running time; 4. among HCR, increasing training frequency was related to a reduction in LDP in the anterior tibialis muscle and in the lumbar region, however, it does not imply an influence; LDP of female runners was lower than that of MCR in the Achilles tendon, but pain tolerance was higher in MCR; 5. pain tolerance increases with increasing practice time in the MCR group; 6. long- and short-distance runners did not show differences in pain tolerance, but the group of long-distance runners showed greater pain tolerance than non-runners; 7. being more obsessively passionate about the sport does not increase pain tolerance; 8. the obsessive passion for the sport impacts the number of injuries in short-distance runners; 9. activation of the pain inhibitory pathway was not efficient in long-distance runners; 10. participating in long or short distance races does not affect the LDP in the tibia and knee. **CONCLUSION:** Regular running can habituate the body to pain, as long as there is no overtraining or abrupt increases in volume and intensity. In men, running training can decrease pain sensitivity and increase tolerance. In women, increasing weekly running volume may increase pain sensitivity, although it also increases tolerance.

Keywords: running; injuries; pain; training.

RESUMO VOLTADO PARA A SOCIEDADE

DOR MUSCULOESQUELÉTICA EM PRATICANTES DE CORRIDA DE RUA RECREACIONAIS: ESTUDO OBSERVACIONAL, Thaysa Passos Nery Chagas, Aracaju/SE, 2024.

INTRODUÇÃO: A corrida de rua é uma das modalidades esportivas mais acessíveis em todo o mundo, o número de praticantes cresce bastante com o passar das décadas, juntamente ao aumento do número de competições e, com isso, tem crescido a probabilidade de lesões. Essas lesões podem compensar os benefícios à saúde promovidos pela modalidade, já que reduz ou elimina a frequência de participação em treinamentos e competições, além de ser uma situação financeira, emocional e clinicamente problemática. É fato que lesões costumam ser definidas como lesões por perda de tempo, ou seja, lesões que impedem o atleta de treinar e competir. Porém, isto induz que o problema das lesões por uso excessivo seja parcialmente negligenciado, porque esse tipo de lesão não leva necessariamente à interrupção da participação. Diante desse quadro, além de haver diferenças entre os sexos, acredita-se que a percepção da dor em praticantes recreacionais difere da percepção da dor em pessoas normalmente ativas. **OBJETIVO:** O objetivo desse estudo é avaliar dor e lesões musculoesqueléticas em praticantes de corrida de rua recreacionais e os mecanismos neurais envolvidos. **MÉTODO:** A pesquisa foi delineada por meio de três estudos observacionais e transversais. No primeiro e no segundo estudo, participaram 101 indivíduos, que foram divididos em quatro grupos: homens corredores recreacionais de curtas distâncias (HCR), mulheres corredoras recreacionais de curtas distâncias (MCR), homens não-corredores (HNC) e mulheres não-corredoras (MNC). Foram verificados no primeiro estudo fatores intrínsecos de treinamento (idade, sexo, índice de massa corporal, lesão anterior), e no segundo, fatores extrínsecos (distância, frequência, superfície, tempo de prática e características do calçado) e a sua relação com a dor e número de lesões prévias. No estudo 3, 57 participantes do sexo masculino foram divididos em 3 grupos: grupo curtas distâncias (GCD), grupo longas distâncias (GLD) e grupo não-treinados (GNT). Foi verificado se existiam diferenças nos locais de dor, tolerância à dor, limiares de dor por pressão e a paixão pela modalidade entre os grupos. **RESULTADOS:** Os estudos mostraram que os HCR apresentam maior tempo de prática, maiores volumes semanais e maiores velocidades em seus treinamentos que as MCR para as mesmas participações em provas, apesar do tamanho de efeito baixo; HCR apresentam 15 vezes mais chance de sentir dor fraca quando comparado a MCR; o LDP no músculo tibial anterior das MCR aumenta com o aumento do tempo de prática da corrida; já entre os HCR, aumentar a frequência de treinamento se relacionou com a redução dos LDP no músculo tibial anterior e na região lombar, no entanto, não implica influência; os limiares de dor por pressão das mulheres corredoras foram mais baixos que o de MNCR no tendão calcâneo, mas a tolerância à dor foi maior nas MCR; a tolerância à dor aumenta com o aumento do tempo de prática no grupo de MCR. Os corredores de longas e curtas distâncias não apresentaram diferenças na tolerância à dor, mas o grupo de corredores de longas distâncias apresentou maior tolerância à dor do que não praticantes; ser mais apaixonado de forma obsessiva pela modalidade não aumenta a tolerância à dor; a paixão obsessiva pela modalidade impacta o número de lesões em corredores de curtas distâncias; a

modulação condicionada da dor não apresentou efeitos positivos em corredores de longas distâncias; participar de provas de longas ou curtas distâncias não afeta os limiares de dor na tíbia e no joelho. CONCLUSÃO: A prática regular da corrida promove habituação das vias de dor, desde que não ocorra excesso de treinamentos e incrementos de volume e de intensidade de forma brusca. O treinamento de corrida de rua, pode reduzir a sensibilidade à dor em praticantes do sexo masculino, assim como aumentar a sua tolerância. Já no sexo feminino, ao aumentar o volume de corrida semanal, aumenta a sensibilidade à dor, apesar de aumentar a tolerância.

Palavras-chave: corrida de rua; lesões; dor; treinamento.

LISTA DE TABELAS

Artigo 1: FATORES INTRÍNSECOS DE TREINAMENTO E SUA RELAÇÃO COM DOR E LESÕES EM CORREDORES RECREACIONAIS DE CURTAS DISTÂNCIAS: ESTUDO OBSERVACIONAL TRANSVERSAL

Tabela 1 – Características demográficas da população de estudo (variáveis intrínsecas).....	53
Tabela 2 – Número de lesões prévias em corredores recreacionais geral e por sexo.....	54
Tabela 3 – Número de locais de lesões prévias separados por sexo.....	55
Tabela 4 – Intensidade da dor em corredores recreacionais por sexo.....	55

Artigo 2: FATORES EXTRÍNSECOS DE TREINAMENTO E SUA RELAÇÃO COM DOR E LESÕES EM CORREDORES RECREACIONAIS DE CURTAS DISTÂNCIAS: ESTUDO OBSERVACIONAL TRANSVERSAL

Tabela 1 – Características demográficas da população de estudo.....	81
Tabela 2 – Características de treinamento.....	82
Tabela 3 – Análises de correlação de Spearman entre variáveis de treinamento e lesões prévias em HCR.....	83
Tabela 4 – Análises de correlação de Spearman entre variáveis de treinamento e lesões prévias em MCR.....	83
Tabela 5 – Limiar de dor por pressão em HCR e MCR.....	86
Tabela 6 – Análises de correlação de Spearman entre variáveis de treinamento e LDPs em MCR.....	84
Tabela 7 – Análises de correlação de Spearman entre variáveis de treinamento e LDPs em HCR.....	84
Tabela 8 – Análises de correlação de Spearman entre variáveis de treinamento e tolerância à dor em HCR e MCR.....	85
Tabela 9 – Análises de correlação de Spearman entre os LDPs e tolerância à dor em HCR e MCR.....	85

Artigo 3: DOR E LESÕES E A SUA RELAÇÃO COM TOLERÂNCIA E SENSIBILIDADE À DOR DE CORREDORES RECREACIONAIS DE PROVAS DE CURTAS E LONGAS DISTÂNCIAS

Tabela 1 – Características demográficas da população de estudo.....	110
Tabela 2 – Características de treinamento e competições.....	111
Tabela 3 – Relatos dos locais de dor dos participantes.....	111
Tabela 4 – Análises de correlação de Spearman entre tolerância a dor, número de queixas de dor e variáveis de treinamento.....	114
Tabela 5 – Análises de correlação de Spearman entre tolerância a dor, número de queixas de dor e variáveis de treinamento do grupo curtas distâncias.....	115
Tabela 6 – Análises de correlação de Spearman entre tolerância a dor, número de queixas de dor e variáveis de treinamento do grupo longas distâncias.....	115

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1: FATORES INTRÍNSECOS DE TREINAMENTO E SUA RELAÇÃO COM DOR E LESÕES EM CORREDORES RECREACIONAIS DE CURTAS DISTÂNCIAS: ESTUDO OBSERVACIONAL TRANSVERSAL

Figura 1 – Representação esquemática da área sobre a região lombar para teste do limiar de dor à pressão. A distância entre dois locais de teste foi de 2,5 cm, e os primeiros locais foram 2,5 cm cranial ao processo espinhoso de L5. Adaptado de Kuithan et al. (2019)...52

Figura 2 – Limiar de dor por pressão (LDP) do músculo tibial anterior direito (preto) e esquerdo (cinza). HCR – homens corredores recreacionais; HNC – homens não-corredores; MCR – mulheres corredoras recreacionais; MNC – mulheres não-corredoras. * = $p < 0,05$; n.s. = relação não significativa.....56

Figura 3 – Média dos 16 pontos do limiar de dor por pressão na região lombar (LDP). HCR – homens corredores recreacionais (barra em preto); HS – homens não-corredores (barra em cinza escuro); MSR – mulheres corredoras recreacionais (barra em cinza claro); MS – mulheres não-corredoras (barra em branco). * = $p < 0,05$; n.s. = relação não significativa.....57

Figura 4 – Limiar de dor por pressão (LDP) no tendão calcâneo direito (preto) e esquerdo (cinza). * = $p < 0,05$; n.s. = relação não significativa. HCR – homens corredores recreacionais; HNC – homens não-corredores; MSR – mulheres corredoras recreacionais; MNC – mulheres não-corredoras. * = $p < 0,05$; n.s. = relação não significativa.....58

Figura 5 – Tolerância à dor. HCR – homens corredores recreacionais; HNC – homens não-corredores; MCR – mulheres corredoras recreacionais; MNC – mulheres não-corredoras. * = $p < 0,05$; n.s. = relação não significativa.....58

Artigo 2: FATORES EXTRÍNSECOS DE TREINAMENTO E SUA RELAÇÃO COM DOR E LESÕES EM CORREDORES RECREACIONAIS DE CURTAS DISTÂNCIAS: ESTUDO OBSERVACIONAL TRANSVERSAL

Figura 1 – Representação esquemática da área sobre a RL para teste do limiar de dor à pressão. A distância entre dois locais de teste foi de 2,5 cm, e os primeiros locais foram 2,5 cm cranial ao processo espinhoso de L5. Adaptado de Kuithan et al. (2019).....80

Artigo 3: DOR E LESÕES E A SUA RELAÇÃO COM TOLERÂNCIA E SENSIBILIDADE À DOR DE CORREDORES RECREACIONAIS DE PROVAS DE CURTAS E LONGAS DISTÂNCIAS

Figura 1 – Média dos tempos da isquemia (A) e pico de dor (B) durante o teste de tolerância à dor em praticantes de corrida durante contrações isquêmicas para os grupos controle (GNC), grupo curtas distâncias (GCD) e grupo longas distâncias (GLD). * = $p < 0,05$112

Figura 2 – Tolerância à dor e classificações de dor durante a isquemia para cada participante dos grupos não-corredores (A), corredores de curtas distâncias (B) e corredores de longas distâncias (C). A duração do exercício de prensão manual isquêmica realizado por cada participante é representada por comprimentos de barras. As linhas tracejadas representam a duração média das contrações isquêmicas para todos os participantes. As classificações de dor ao longo do exercício são representadas por sombreamento (escala no canto superior direito).....113

Figura 3 – Tempos do teste de tolerância à dor em praticantes de corrida que sentem dor (linha preta) ou não (linha azul) segundo teste de log-rank (gráfico de sobrevivência).....114

Figura 4 – Modulação condicionada da dor. Legenda: ▲ = grupo corredores de baixo volume; ■ = grupo corredores de alto volume ● = grupo não-corredores. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; n.s. = relação não significativa.....116

Figura 5 – Amplificação da dor em tempos sequenciais (1s, 10s, 20s, 30s) durante a medida de somação temporal, nos três grupos (▲) grupo corredores de curtas distâncias, (■) grupo corredores de longas distâncias, (●) grupo não-corredores. Dados apresentados como média e desvio padrão. Teste de Wilcoxon † $p=0,01$. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; n.s. = relação não significativa.....117

Figura 6 – Limiar de dor por pressão na tíbia esquerda (A) e direita (B), para os grupos não-corredores (barra em branco), corredores de curtas distâncias (barra em preto) e corredores de longas distâncias (barra em cinza). A tíbia foi dividida em 3 partes (proximal, medial e distal), os valores indicam as médias encontradas nas 3 regiões.....118

Figura 7 – Limiar de dor por pressão (LDP) em quatro regiões do joelho direito (D) e esquerdo (E). Tendão do quadríceps (TQ); patela medial (PM); tendão patelar (TP); patela

lateral (PL). Para os grupos não-corredores (barra em branco), corredores de curtas distâncias (barra em preto) e corredores de longas distâncias (barra em cinza).....119

LISTA DE ABREVIATURAS

- ANOVA – Análise de variância
- ANCOVA – Análise de covariância
- CGRP - Calcitonin gene-related peptide
- CMV – Contrações voluntárias máximas
- CPM – Conditioned pain modulation
- DH – Dorsal horn
- DRG – Gânglio da raiz dorsal
- GABA – Gamma-Aminobutyric Acid
- GAV – Grupo alto volume
- GBV – Grupo baixo volume
- GC – Grupo controle
- HCR – Homens corredores recreacionais
- HNC – Homens não corredores
- HIE – Hiperalgesia induzida pelo exercício
- IASP – International Association for the Study of Pain
- IC – Intervalo de confiança
- ICC – Intraclass correlation coefficient
- IMC – Índice de massa corporal
- LAPENE – Laboratório de Pesquisa em Neurociência
- LDP – Limiar de dor por pressão
- LRC – Lesões relacionadas a corrida
- MCR – Mulheres corredoras recreacionais
- MNC – Mulheres não corredoras
- PAG – Periaqueductal gray matter
- PH – Paixão harmoniosa
- PO – Paixão obsessiva
- QST – Quantitative sensory tests
- RL – Região lombar
- SNC – sistema nervoso central
- SNP – Sistema nervoso periférico
- STROBE – Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology

TA – Tibial anterior

TC – Tendão calcâneo

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido

TQS – Testes quantitativos sensoriais

UFS – Universidade Federal de Sergipe

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1 A corrida de rua e a sua relação com as lesões – etiologia das lesões	23
2.2 O praticante de corrida e a sua relação com a dor	30
2.2.1 A fisiologia da dor	30
2.2.2 A dor nociceptiva	31
2.2.3 A dor no atleta e no praticante recreacional	34
2.3 Limiar de dor x tolerância a dor em praticantes de corrida de rua	38
2.4 Sensibilização x habituação a dor em praticantes de corrida de rua	41
3 OBJETIVOS	Erro! Indicador não definido.
3.1 Objetivo geral	43
3.2 Objetivos específicos	43
4 ARTIGOS	44
FATORES INTRÍNSECOS DE TREINAMENTO E SUA RELAÇÃO COM DOR E LESÕES EM CORREDORES RECREACIONAIS DE CURTAS DISTÂNCIAS: ESTUDO OBSERVACIONAL TRANSVERSAL	45
FATORES EXTRÍNSECOS DE TREINAMENTO E SUA RELAÇÃO COM DOR E LESÕES EM CORREDORES RECREACIONAIS DE CURTAS DISTÂNCIAS: ESTUDO OBSERVACIONAL TRANSVERSAL	77
DOR E LESÕES E A SUA RELAÇÃO COM TOLERÂNCIA E SENSIBILIDADE À DOR DE CORREDORES RECREACIONAIS DE PROVAS DE CURTAS E LONGAS DISTÂNCIAS	106
5 CONCLUSÃO	141
REFERÊNCIAS	142
APÊNDICE A	158
APÊNDICE B	159
APÊNDICE C	160

APÊNDICE D.....	161
ANEXO A.....	162
ANEXO B.....	164
ANEXO C.....	165

1 INTRODUÇÃO

A corrida é um dos esportes mais populares quando se trata de manter a forma física e prevenir doenças. Além de ser uma das práticas mais acessíveis em todo o mundo, o número de praticantes cresce substancialmente com o passar das décadas, juntamente ao aumento do número de competições e, com isso, tem crescido a probabilidade de lesões (Lopes et al., 2023a; Van Gent et al., 2007). Essas lesões podem compensar os benefícios à saúde promovidos pela modalidade, já que reduz ou elimina a frequência de participação em treinamentos e competições, além de ser uma situação financeira, emocional e clinicamente problemática (Messier et al., 2018).

Inúmeros estudos têm relatado o número de lesões em corredores de todos os níveis de experiência, de iniciantes a atletas de elite, e cerca de 80% das lesões causadas pela corrida são por excesso de uso (Dias Lopes et al., 2011; Fredericson & Misra, 2007). Esse tipo de lesão tem sido destacada justamente pela recuperação incompleta e o retorno precoce às competições, podendo ser caracterizada por repetidos microtraumas sem uma única causa responsável (Bahr et al., 2020).

A dor aguda causada, muitas vezes, por microtraumas durante a corrida, é frequentemente provocada por inflamação aguda, e tem uma significância biológica de proteção do tecido lesionado (Ji et al., 2018). Seu mecanismo é nociceptivo por natureza, e é resultado de estímulos nocivos aos tecidos periféricos (ex.: prostaglandina e histamina) e geram potenciais de ação que são transmitidos a neurônios de segunda ordem na medula espinal e ascendem ao trato espinotalâmico até o córtex cerebral (Pak et al., 2018).

A sensibilização central pode ser definida como uma resposta aumentada dos neurônios do sistema nervoso central que informam a dor quando confrontados com informações provenientes de mecanorreceptores de baixo limiar (Agnew et al., 2018). A Associação Internacional para o Estudo da Dor (IASP) a definiu como um processo fisiológico de aumento da capacidade de resposta dos neurônios nociceptivos no sistema nervoso central à sua entrada aferente normal ou de baixo limiar. Pode ser adaptativa e contribuir para restaurar o controle homeostático do corpo, no entanto, se persistir, ela se torna mal adaptativa e pode facilitar sintomas como dor na ausência de dano ou doença no tecido (Arendt-Nielsen, 2015; Arendt-Nielsen et al., 2018).

De acordo com Marti et al. (1988), as lesões por excesso de uso na corrida foram classificadas como lesões de: grau 1, em que os atletas mantinham a atividade completa, apesar dos sintomas; de grau 2, com a quilometragem semanal reduzida; e de grau 3, com interrupção das atividades por, pelo menos, duas semanas. No entanto, esses graus podem progredir e essa dor causada pelos microtraumas pode evoluir de forma contínua nos músculos que, se persistirem por um tempo maior que 3 meses, já podem ser classificadas como dor musculoesquelética crônica (Arendt-Nielsen & Graven-Nielsen, 2011; Booth et al., 2017). A dor crônica, geralmente, mas não sempre, apresenta o fenômeno de sensibilização central.

Embora a prevalência de sintomas relatados em estudos possa ser considerada substancial, os dados revelam apenas parte do problema. É fato que lesões em estudos prospectivos costumam ser definidas como lesões por perda de tempo, ou seja, lesões que impedem o atleta de treinar e competir. Porém, isto induz que o problema das lesões por uso excessivo seja parcialmente negligenciado, porque esse tipo de lesão não leva necessariamente à interrupção da participação (Dias Lopes et al., 2011).

Sintomas como dor ou limitação funcional, que normalmente estão associadas a dano nos tecidos, geralmente aparecem de forma progressiva e podem ser transitórias. Com isso, é provável que os atletas continuem treinando e competindo, apesar da presença de condições de uso excessivo, pelo menos na fase inicial, pois o atleta nem sempre reconhece esses sintomas como uma lesão (Bahr et al., 2020; Clarsen et al., 2012).

Com o agravamento da dor e das limitações, os atletas podem tentar adaptar o treinamento como, por exemplo, escolhendo uma forma alternativa de exercício que não cause piora do quadro e, em algum momento, é possível que busquem por tratamento médico (Clarsen et al., 2012.). Quando o microtrauma de um determinado período é limitado e as estruturas biológicas têm tempo adequado para reparo tecidual, elas podem se remodelar positivamente, tornando-se mais fortes e menos suscetíveis a lesões (Kiernan et al., 2018). No entanto, é relativamente frequente que os atletas somente interrompam e deixem de participar de treinamentos e competições após todas as tentativas fracassarem (Clarsen et al., 2012).

As corridas de longa duração, como as maratonas, que mantêm um esforço físico prolongado, podem causar fadiga nos tecidos moles, afetando a distribuição de cargas em várias regiões, ou seja, microtraumas podem ser causados pela própria corrida em

decorrência de alto volume e alta intensidade (Hawrylak et al., 2019). A fadiga muscular aparece como um fator que reduz o pH intramuscular, gerando ativação de nociceptores que disparam a dor (Gregory et al., 2016).

Embora homens e mulheres tendam a sofrer lesões nos mesmos locais, as proporções dessas lesões variam. Essas variações podem ser atribuídas a diferenças estruturais entre os sexos ou a diferenças funcionais na biomecânica da corrida (Francis et al., 2020).

Além de haver diferenças entre os sexos, acredita-se que a percepção da dor em atletas difere da percepção da dor em pessoas normalmente ativas; em atletas, existe a analgesia durante e imediatamente após o exercício físico, a chamada "analgesia induzida por exercício agudo", mas que deve ser diferenciada de uma alteração geral da percepção da dor em repouso (Tesarz et al., 2012).

Apesar da crescente evidência de um efeito de alívio da dor do treinamento físico em populações com doenças crônicas, o efeito do treinamento aeróbico na sensibilidade à dor em indivíduos saudáveis ainda é pouco conhecido, ou seja, pouco se sabe sobre como o treinamento físico pode modular a dor independentemente de uma doença (Jones et al., 2014; Lima et al., 2017).

É fácil entender por que milhões de pessoas competem todo fim de semana em corridas em todo o mundo, com distâncias variáveis, de 5 km a maratonas (O'Connor, 2021). De fato, a corrida apresenta inúmeros benefícios ao condicionamento aeróbico, cognição, função cardiovascular, função metabólica, perfil lipídico e equilíbrio postural, aplicados a homens e mulheres adultos (Oja et al., 2015; Vivar & Van Praag, 2017). Além disso, a corrida também apresenta fatores motivacionais como interação social, inserção em grupos, bem como vivenciar o ambiente da corrida se torna muito prazeroso para diversas pessoas (Wilke et al., 2019).

No entanto, do ponto de vista da saúde pública, a dor pode afetar a autoeficácia, diminuindo o desejo de continuar a praticar atividade física, pois a prevalência de desconforto representa um fator importante, fazendo com que os benefícios promovidos pela modalidade sejam compensados pela redução ou ausência na frequência de participações em treinamentos e competições, se tornando financeiramente, emocionalmente e clinicamente problemático (Messier et al., 2018; Wilke et al., 2019).

Com isso, acredita-se que negligenciar sintomas sem investigar o que ocorre com esses corredores recreacionais que não interrompem a prática da modalidade pode ser crucial para o desenvolvimento de problemas crônicos mais graves. Portanto, além de contribuir para a elaboração de programas de treinamentos preventivos que diminuam o risco de lesões por excesso de uso nesta população, é extremamente importante o entender o que ocorre em mecanismos neurais de praticantes de corrida, que se mantêm na prática da modalidade de forma recreacional sem a presença de lesões.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A corrida de rua e a sua relação com as lesões – etiologia das lesões

A corrida de rua é um dos esportes mais praticados em todo mundo, e a sua popularidade aumentou em torno de 57% na última década (Alfieri & Battistella, 2018; Hulteen et al., 2017). Embora os corredores em 2020 tenham enfrentado o período de isolamento durante a pandemia da COVID-19, com restrições e bloqueios, eles continuaram acumulando quilômetros e ainda surgiram mais 28,96% de novos adeptos durante esse período (DeJong et al., 2021). Mesmo modificando os objetivos, de competição e socialização para condicionamento físico, alívio do estresse e ocupação do tempo, a corrida, como atividade ao ar livre, se tornou o 1º lugar em tendência fitness no ano de 2021 e permanecendo na 6ª colocação em 2023 (DeJong et al., 2021; Thompson, 2022).

Os benefícios à saúde com a prática regular da corrida são inúmeros, seja no escopo físico ou mental, já que melhora a aptidão cardiorrespiratória, reduz a obesidade e riscos para doenças cardiovasculares, como hipertensão, diabetes e dislipidemias, assim como reduz ansiedade e quadros de depressão, aumentando a socialização entre os praticantes (Gajardo-Burgos et al., 2021; Hespanhol Junior et al., 2015, 2016).

Apesar de tantos benefícios à saúde, o aumento no número de participantes e de competições na modalidade crescem na mesma proporção que vão aumentando o número de lesões (Dias Lopes et al., 2011; Van Gent et al., 2007). Muitos estudos têm se dedicado a tentar explicar fatores que colaboram para o surgimento dessas lesões, numa tentativa de minimizar os problemas que reduzem ou eliminam a frequência de participação em treinamentos e competições, já que se torna uma condição financeira, clínica e psicológica desfavorável (Malisoux & Theisen, 2020; Maselli et al., 2020; Messier et al., 2018; R. O. Nielsen et al., 2014; Ramskov et al., 2022). De fato, sofrer uma lesão relacionada à corrida (LRC) retira os benefícios da prática contínua, o estudo dos fatores que levam à lesão pode ser essencial para reduzir a probabilidade de sofrer uma lesão nessa população (Boullosa et al., 2020a).

Apesar do vasto número de pesquisas sobre lesões e corrida, existe um desafio enorme devido à heterogeneidade metodológica, no que tange os diferentes tipos de treinamentos, volumes e intensidades, provas de longa ou curtas distâncias, falta de definições padronizadas sobre lesões, períodos de acompanhamento, exposição dos

praticantes, características da população e graças a essa diversidade de estudos essa variação do número de lesões vai de 3,2% a 84,9% (Kakouris et al., 2021).

Uma das principais divergências nos estudos é a população estudada, já que existe uma enorme diferença entre praticantes recreacionais e atletas. Por definição, o corredor recreacional pode incluir qualquer corredor que treine e compita regularmente por lazer, independentemente do nível de desempenho, objetivos específicos, que contrasta com os atletas, já que apresentam horários limitados para treinar ou adaptados em função das atividades do dia a dia. Além disso, espera-se que a maioria dos corredores recreativos não possua vantagens genéticas e características físicas, fisiológicas e psicológicas dos atletas (Boullosa et al., 2020a).

As lesões na corrida podem ser definidas por uma série de eventos não desejados que ocorreram no envolvimento entre o participante e o ambiente durante a prática, seja competitiva ou recreativa, resultando em incapacidade física ou incapacidade devido ao corpo humano ou parte dele ter sido exposto a uma força que excedeu o limiar de tolerância fisiológica (Belechri et al., 2001). O resultado de uma lesão é a alteração, limitação ou fim da participação, por pelo menos um dia. Fuller et al. (2007), definem as lesões como qualquer queixa física causada por uma transferência de energia que excedeu a capacidade do corpo de manter a sua integridade estrutural e/ou funcional, que foi sofrida durante um treinamento ou competição, independentemente da necessidade de atenção médica ou afastamento das atividades. Uma lesão que implique observação por parte do médico é referida como uma lesão que necessita de “atenção médica” e uma lesão que resulta na impossibilidade de participar na totalidade de um treino ou competições futuras, é referida como lesão baseada no tempo de retorno à prática esportiva.

Uma definição de LRC em corredores recreacionais foi adaptada de uma declaração de consenso e foi definida como “qualquer dor muscular, óssea, tendinosa ou ligamentar relacionada à corrida (treinamento ou competição) na parte inferior das costas/pernas/joelho/pé/tornozelo que causou uma restrição ou parada da corrida (distância, velocidade, duração ou treinamento) por pelo menos 7 dias ou 3 sessões de treinamento agendadas consecutivas, ou que obrigou o corredor a consultar um médico ou outro profissional de saúde profissional (Burke et al., 2023; Parma Yamato et al., 2015).

A etiologia das LRC é multifatorial, com fatores intrínsecos (pessoais) e extrínsecos (ambientais) contribuindo. Os fatores intrínsecos incluem idade, sexo, índice de massa corporal (IMC), aptidão física, lesão anterior e alinhamento anatômico, já os fatores extrínsecos incluem a distância e frequência por semana, superfície de corrida predominante, tempo de prática e tipo de tênis de utilizado (Buist et al., 2010).

Durante os treinamentos e competições, os corredores são expostos a variáveis como: volume de treino semanal, distâncias percorridas, intensidade, duração dos treinamentos, duração das provas, *pace* (tempo/km) e velocidade (Nielsen et al., 2012). O aumento do risco de lesões em corredores recreativos ocorre, principalmente, se houver um aumento brusco na intensidade e no volume da corrida, já que é comum observar corredores recreacionais imitando práticas de treinamento semelhantes às de atletas profissionais, com, por exemplo, quilometragens semanais de treinamento maiores que 70 km (Boullosa et al., 2020a).

Esse risco aumentado de lesões, pode ser o resultado da diferença entre o volume e a intensidade da força aplicada ao corpo e a capacidade do corpo de dissipar o estresse ou a força ao longo de um período de treinamento e pode ser causada por microtrauma repetitivo em tecido saudável ou aplicação repetida de forças menores a um tecido já danificado (Igolnikov et al., 2018a). Por muitas vezes, pode ser difícil diferenciar entre a lesão traumática aguda e a lesão por uso excessivo que resulta em lesão traumática no cenário agudo e, portanto, um histórico completo deve ser realizado para explicar o fato (Igolnikov et al., 2018a).

O *overuse*, ou lesões por uso excessivo, é definido sem uma causa específica, sem um evento responsável e pode ser um problema substancial em muitos esportes (Clarsen et al., 2012). Elas ocorrem, em geral, devido à carga submáxima repetitiva do sistema musculoesquelético quando a recuperação inadequada não permitiu que a adaptação estrutural ocorresse (Igolnikov et al., 2018a).

Normalmente, as principais lesões causadas pela corrida se apresentam por número de lesões em 1000 km, proporção de lesões em uma determinada população e exposição de praticantes em 1000 horas à modalidade, sendo essa última a mais utilizada (Kluitenberg et al., 2015; Ryan et al., 2011; Videbæk et al., 2015). Dependendo da especificidade da corrida e da exposição (longas ou curtas distâncias), se iniciantes ou veteranos, homens ou mulheres, as lesões apresentam uma variação muito grande entre

os locais (Kluitenberg et al., 2015; Ryan et al., 2011; Scheer & Krabak, 2021). Por exemplo, parece que corredores inexperientes têm duas vezes mais chances de se lesionar em comparação com corredores experientes e que homens e mulheres têm perfis de risco diferentes (van Poppel et al., 2018, 2021a).

Corredores de curtas distâncias apresentam fatores de risco diferentes quando comparados a maratonistas (Nielsen et al., 2013; van Poppel et al., 2021a). Seguindo um exemplo hipotético do número de LRC, em um período de 26 semanas pode ser calculado para corredores novatos e maratonistas. Se corredores novatos correrem 30 minutos 3 vezes por semana durante 26 semanas, eles correrão 39 horas no total, levando em consideração o risco de lesão de 33 por 1.000 horas de corrida relatado por Buist et al. (2007), o corredor iniciante sofrerá 1,29 lesões ao correr 39 horas. Da mesma forma, corredores de longas distâncias que apresentam risco de 2,5 LRC por 1.000 horas de corrida relatados por Videbæk et al. (2015), podem esperar 0,39 lesões se correrem 156 horas (2 horas, 3 vezes por semana) no mesmo período.

Com isso, podemos entender que, de modo geral, os corredores possuem alto risco de lesão, com taxas variando de 7,7 a 17,8 por 1000 h de corrida, isso sem contar iniciantes, apresentando diferenças em relação à distância percorrida, já que os que correm 15 km ou menos apresentam incidência variando de 14,3% a 44,7%, enquanto os que correm longas distâncias (meias-maratonas ou maratonas), apresentam 16,7% a 79,3% (Hespanhol Junior et al., 2016; Van Gent et al., 2007; van Poppel et al., 2021b).

Os membros inferiores são os principais alvos de lesões na corrida, cerca de 80% são causadas por excesso de sobrecarga (Hespanhol Junior et al., 2016; van Poppel et al., 2021b). As lesões por excesso em membros inferiores são mais comuns na corrida (principalmente em longas distâncias) do que em jogadores de futebol, o que torna a corrida um dos esportes que desenvolve lesões por *overuse*, com cerca de 59,4% dos casos (Ristolainen et al., 2010; Sanz-López et al., 2017).

Em corredores de longas distâncias as lesões agudas são, em sua maioria, nos pés (dedos dos pés, sola, calcanhar e tendão calcâneo), assim como as lesões por *overuse* (Ristolainen et al., 2010). Os maratonistas, por exemplo, relataram a maioria das lesões na parte inferior da perna, principalmente nos pés, quando comparados a corredores iniciantes (Kluitenberg et al., 2015).

O local predominante das lesões nas pernas é o joelho, para o qual a incidência específica do local varia de 7,2% a 50,0%. Já os locais menos comuns de corrida são o tornozelo, o quadril/pelve/virilha e a parte inferior das costas, variando de 3,9% a 16,6%, 3,3% a 11,5% e 5,3% a 19,1, respectivamente (Van Gent et al., 2007). Em corredores recreacionais a maior prevalência foi relatada ao redor do joelho (26,3%). Já em corredores iniciantes (34,7%), corredores de cross-country (30,3%) e maratonistas (29,9%) relataram a maioria das lesões na parte inferior da perna (Kluitenberg et al., 2015).

Quando comparamos entre os sexos, mulheres parecem estar em menor risco de sofrer lesões relacionadas a corrida (Van Der Worp et al., 2015a)(van der Worp et al., 2015). Os corredores do sexo masculino, tem uma tendência a treinar mais volume, ou seja, maiores quilometragens semanais e frequência, com o foco maior no desempenho esportivo e já as do sexo feminino se exercitam mais com o foco no lazer (Smyth et al., 2022). E isso pode refletir o fato de homens se lesionarem mais por estar associado a maiores distâncias percorridas semanalmente, > 40 milhas/sem (~ 64 km/sem) (Buist et al., 2010; Nielsen et al., 2012; Van Der Worp et al., 2015b). Mas, elas se lesionam mais que os homens quando correm em uma superfície de concreto, participam de maratona, percorrem de 30 a 39 milhas semanalmente, já os homens se lesionam mais quando apresentam um histórico de lesões anteriores, até 2 anos de experiência em corrida, percorrem mais de 40 milhas semanais (Buist et al., 2010; Messier et al., 2018; Van Der Worp et al., 2015a).

Embora os locais mais comumente lesionados em homens e mulheres sejam os mesmos, as proporções para cada local diferem. A principal diferença é que as mulheres têm uma proporção maior de lesões no joelho (40% de todas as lesões), em relação aos homens, que apresentam uma proporção semelhante de lesões no joelho (31%) e tornozelo-pé (26%). Essa diferença pode ser devida a diferenças estruturais entre homens e mulheres, ou diferenças funcionais na biomecânica da corrida (Francis et al., 2020).

No estudo de Francis et al. (2019), a proporção de síndrome da dor femoropatelar foi superior a tendinopatia de aquíles, o que apresenta um viés de gênero devido ao fato de que as mulheres terem mais lesões no joelho e os homens apresentarem maior número de lesões no tornozelo/pé em relação às mulheres (26% e 19% respectivamente).

Com isso, pode-se afirmar que as diferenças sexuais no comportamento relacionado ao treinamento, podem ter origem em diferenças fisiológicas e expectativas

sociais, que influenciam nas distâncias que os corredores preferem e suas motivações para treinar e competir (Smyth et al., 2022). Apesar dessas diferenças relacionadas ao sexo, elas são sutis e parecem não implicar no uso de recomendações diferentes para homens e mulheres (Boullosa et al., 2020b).

Quando se trata de fatores biomecânicos, a literatura apresenta informações limitadas e conflitantes e a falta de uma definição uniforme sobre lesões causadas pela corrida, pode limitar a generalização dos resultados e subestimar ou superestimar a relevância de um fator de risco biomecânico e, mais uma vez, crenças persistentes e difundidas sobre a cinemática, cinética precisam de mais estudos prospectivos de alta qualidade antes que recomendações possam ser feitas (Ceysens et al., 2019).

Ainda entre os corredores recreacionais, apresentar maior rigidez do joelho aumenta significativamente as chances de sofrer uma lesão por *overuse*, principalmente em corredores com maior peso corporal e, ao contrário do que afirmam várias crenças de longa data, flexibilidade, altura do arco do pé, ângulo Q, movimento do retropé, força da extremidade inferior, quilometragem semanal, calçado e lesão anterior não são fatores etiológicos significativos em todas as lesões na corrida por *overuse* (Messier et al., 2018). No entanto, estudos mais recentes apontam que correr acima de 20 km/w, excesso de peso, ter pé plano e/ou cavo, correr em superfícies duras e correr em grupo foram associados a LRC (Mousavi et al., 2021).

O estudo de Burke et al. (2023), forneceu mais clareza ao corpo de evidências, mostrando que os fatores de risco relacionados ao treinamento incluíram o treinamento para uma maratona, a troca frequente de calçados (a cada 0-3 meses); e os fatores relacionados a técnica, incluem menor valgo de joelho e maior rotação de joelho, assim como apresentar lesão prévia aumenta o risco de lesão futura, indicando um retorno cuidadoso aos treinamentos e competições.

Como podemos perceber, a literatura ainda é conflitante quanto a biomecânica das lesões na corrida, indicando a necessidade de maior rigor metodológico quanto aos tipos de corrida e de população que a pratica.

Além dos treinamentos, competições e os fatores pessoais, as LRC também podem ser afetadas por aspectos mentais, sono e estilo de vida. Esses fatores ainda não foram explorados extensivamente em corredores, e não há informações suficientes sobre seus efeitos nas LRC (e vice-versa).

É muito comum praticantes de corrida apresentarem comportamentos extremamente engajados, motivados, apaixonados pela prática. E isso pode gerar ansiedade e comportamentos compulsivos que podem aumentar a chance de lesões. Diante dessas atitudes, pesquisadores investigaram se o nível de paixão pela modalidade poderia estar relacionado ao número de lesões (St-Cyr et al., 2021). Com isso, foi desenvolvido o modelo dualístico de paixão, ou seja, classificaria os praticantes como apaixonados harmoniosos e apaixonados obsessivos (De Jonge et al., 2020; Mousavi et al., 2021).

A paixão obsessiva se caracteriza por apresentar uma adoção de um comportamento compulsivo pela corrida, que pode gerar emoções negativas, comportamentos rígidos e, como consequência, pode levar o praticante a um maior risco de lesões (St-Cyr et al., 2021). Apresentar uma paixão mais obsessiva pela corrida pode estar associado a maiores chances de LRC, em outras palavras, corredores com uma atitude mais obsessivamente apaixonada são mais propensos a relatar LRC (Mousavi et al., 2021).

Na verdade, o problema é que a paixão obsessiva leva os corredores a continuarem correndo enquanto estão lesionados, um sentimento de obrigação de superar os outros. Isso pode levar a lesões múltiplas, recorrentes e de início gradual, ou seja, negam lesões menores e desconsideram a recuperação (Arendt-Nielsen & Graven-Nielsen, 2011; Lopes et al., 2023a). Esses corredores não avaliam suficientemente a situação e as circunstâncias que levam aos excessos na corrida, predispondo-se assim a LRC (Booth et al., 2017; De Jonge et al., 2018; Saragiotto et al., 2014).

A própria corrida, por si, pode gerar lesões por *overuse* e as suas características são multifatoriais por natureza. Afastar os praticantes dos benefícios associados a modalidade. Com isso, se torna importante aprofundar conhecimentos sobre os sinais que o corpo apresenta antes mesmo que a lesão ocorra, sendo a dor um importantíssimo mecanismo de alerta, muitas vezes (quase sempre) negligenciado, e o que poderia ser inicialmente solucionado acaba se tornando um problema instalado, que pode se tornar crônico e comprometer ainda mais a participação esportiva.

2.2 O praticante de corrida e a sua relação com a dor

A dor é facilmente confundida com lesões no meio esportivo, e normalmente é só levada em consideração quando se torna incapacitante. Em relatos de dor, o uso do termo “desconforto” é o que mais se adequa e sentir é recorrente em quase todos os praticantes de corrida. Diante disso, o “desconforto” faz parte da rotina de treinamentos e competições, e a tolerância a ele é o que faz, muitas vezes, atingir metas. Para uma melhor compreensão sobre a relação do corredor com a dor, é preciso ter entendimento sobre sua fisiologia e os possíveis caminhos para a compreensão da sensação e da tolerância a dor e o que faz continuar a prática da modalidade.

2.2.1 A fisiologia da dor

A dor é definida como “uma experiência sensorial e emocional desagradável associada ou semelhante à associada a um dano tecidual real ou potencial” (DeSantana, 2020; Raja et al., 2020). E justamente por se tratar de uma experiência desagradável, muitas vezes é difícil de medir e avaliar com precisão por causa da subjetividade, já que o conceito de dor é aprendível, leva a comportamentos relacionados e não é uma noção explícita do que acontece com o tecido (Lee & Neumeister, 2020). É considerada um instinto humano primitivo com o único objetivo de notificar o mecanismo de defesa do corpo para reagir a um estímulo em para evitar maiores danos aos tecidos, se tornando essencial para a sobrevivência (Yam et al., 2018).

Embora a dor seja uma resposta protetora normal a lesões e estímulos potencialmente nocivos, adaptações neuromusculares prolongadas ou disfuncionais em resposta a dor podem contribuir para a incapacidade e cronicidade em uma variedade de condições (Merkle et al., 2020).

A percepção da dor é o resultado de vários mecanismos inibitórios e facilitadores endógenos que desencadeiam respostas em todos os níveis do sistema nervoso central (SNC) (Damien et al., 2018). Este sistema de classificação aborda os processos fisiológicos e fisiopatológicos da dor nas dimensões sensorial, cognitiva e emocional, independentemente da localização da dor, qualquer um desses mecanismos pode contribuir para a experiência dolorosa do indivíduo (Igolnikov et al., 2018a). E podemos definir os mecanismos da dor como os grupamentos gerais de processos neurobiológicos envolvidos e dominantes na experiência da dor (Shraim et al., 2020).

A associação internacional para o estudo da dor (IASP), sugere três principais categorias de mecanismos: nociceptiva, neuropática e nociplástica. A dor nociceptiva pode ser conceituada como dor que surge de um dano real ou potencial ao tecido não neural e é devido a ativação de nociceptores. Já a neuropática, dor por uma lesão ou doença do sistema nervoso somatossensorial. O mecanismo nociplástico, o mais recentemente proposto, pode ser entendido como dor que surge de uma nocicepção alterada, apesar de nenhuma evidência clara de dano tecidual real ou potencial, casando a ativação de nociceptores periféricos ou evidência de doença ou lesão do sistema somatossensorial causando dor.

Os mecanismos subjacentes a dor em um indivíduo, pode alterar ao longo do tempo e vários mecanismos podem acontecer simultaneamente (Shraim et al., 2020).

2.2.2 A dor nociceptiva

Como já abordado anteriormente, a dor nociceptiva, pode ser definida com dor gerada por um insulto nocivo que ativa nociceptores nos tecidos periféricos, associada ao dano tecidual ou à inflamação que ativa os nociceptores nos tecidos periféricos (Hainline et al., 2017).

A nocicepção, que é a ativação fisiológica de vias neurais por estímulos potencialmente prejudiciais (sejam eles térmicos, mecânicos ou químicos), desempenha um papel crucial na percepção da dor (Lee & Neumeister, 2020). Essa dor, conhecida como dor nociceptiva, é geralmente o resultado de danos reais ou potenciais a tecidos não neurais e é causada pela ativação de nociceptores (Persad et al., 2017). No entanto, é importante notar que, embora a dor nociceptiva esteja associada ao dano tecidual ou à inflamação, isso não implica necessariamente uma correlação direta entre a ativação do nociceptor e a percepção da dor (Hainline et al., 2017).

Os nociceptores, que são geralmente eletricamente silenciosos, só transmitem potenciais de ação quando são estimulados. A atividade nociceptiva em si não resulta diretamente na percepção da dor. Para que a dor seja percebida, as informações periféricas devem alcançar os centros superiores do sistema nervoso. Isso geralmente depende da frequência dos potenciais de ação nos aferentes primários, da somação temporal dos sinais pré e pós-sinápticos e das influências centrais (Dubin & Patapoutian, 2010).

Interessante salientar que a dor sinaliza “também” a lesão, entendendo que o corpo não apresenta um receptor de lesão, a não ser que tenha um contato visual, só a partir daí

se consegue comprovar, além disso, é importante entender que a dor nem sempre está ligada a um estímulo (Sneddon, 2018).

A sensação de dor está associada à ativação dos receptores nas fibras aferentes primárias, que incluem a fibra C não mielinizada e a fibra A α mielinizada. Ambos os nociceptores permanecem silenciosos durante a homeostase na ausência de dor e são ativados quando há um potencial de estímulo nocivo (Sluka et al., 2018). A percepção de uma série de eventos sensoriais é necessária para o cérebro detectar a dor e produzir uma resposta à ameaça.

Essas fibras aferentes primárias estabelecem conexões não apenas com interneurônios que participam de reflexos locais, mas também com neurônios nociceptivos específicos que sinalizam a presença e localização da dor, bem como com interneurônios inibitórios e excitatórios na lâmina Rexed I e II (Dubin & Patapoutian, 2010). Eles também estabelecem conexões com neurônios de projeção, localizados mais profundamente no corno dorsal, conhecidos como neurônios de “alcance dinâmico amplo”, que sinalizam a intensidade da dor (Bourne et al., 2014). As características de resposta desses neurônios podem ser modificadas por entradas.

Geralmente, existem três estágios principais na percepção da dor. O primeiro estágio é a sensibilidade à dor, seguido pelo segundo estágio em que os sinais são transmitidos da periferia para o corno dorsal (DH), localizado na medula espinhal por meio do sistema nervoso periférico (SNP). Por fim, a terceira etapa é realizar a transmissão dos sinais para o cérebro superior através do sistema nervoso central (SNC) (Yam et al., 2018). Eles estabelecem conexões com vários tipos de células no corno dorsal da coluna vertebral, liberando neurotransmissores excitatórios como glutamato, substância P, peptídeo relacionado ao gene da calcitonina (CGRP) e outros peptídeos (Zhuo, 2008).

Os nervos sensoriais aferentes enviam vários tipos de informação para o cérebro. Os órgãos terminais sensoriais são feitos de estímulos que acomodam receptores dentro da pele e dos tecidos. Os vários receptores são ativados por seu estímulo para criar um impulso elétrico ou potencial de ação dentro do nervo sensorial (Cimpean & David, 2019).

O potencial de ação é transduzido para o corpo da célula nervosa dentro do gânglio da raiz dorsal da medula espinhal. Os nervos fazem sinapse com um nervo da medula espinhal que transporta o sinal do potencial de ação para o cérebro através dos tratos

espinotalâmico e espinoparabraquial (Persad et al., 2017). Esses tratos se conectam a várias partes do cérebro, incluindo a formação reticular, a substância cinzenta periaquedutal (PAG), o sistema límbico, o hipotálamo, os gânglios da base e os córtices insular e somatossensorial (Giordano, 2005; Sneddon, 2018; Zhuo, 2008). Cada trato sobe para várias áreas do cérebro, incluindo a formação reticular, substância cinzenta periaquedutal (PAG), sistema límbico, hipotálamo, gânglios da base e o cíngulo insular e córtices somatossensoriais (Sneddon, 2018).

A intensidade e os padrões espaciais e temporais de estímulos nocivos são transduzidos em um sinal através de nociceptores e transportados por fibras nervosas finamente mielinizadas ou não mielinizadas (fibras Ad e C, respectivamente), que são então transmitidas ao SNC e, finalmente, aos centros superiores do SNC (McCarberg & Peppin, 2019).

A percepção da dor é o resultado de mecanismos inibitórios e facilitadores competitivos trabalhando em circuitos modulatórios endógenos (Ramaswamy & Wodehouse, 2021). Esses circuitos endógenos de modulação da dor possuem a capacidade de aumentar ou diminuir a magnitude percebida de estímulos nocivos aferentes e dos mecanismos centrais de modulação da dor, os inibitórios são chamados de analgesia endógena (Nir & Yarnitsky, 2015).

A dor aguda e prolongada do trauma pode produzir alterações funcionais nos neurônios nociceptivos periféricos e centrais que podem levar a sensibilização, modificação estrutural e podem alterar a adaptabilidade (Giordano, 2005).

Embora a dor aguda possa ser adequadamente tratada, estudos clínicos mostram que uma falha na modulação da informação nociceptiva no momento da lesão pode desencadear alterações plásticas nos sistemas nervosos periférico e central responsáveis pela dor crônica (Lima et al., 2017). Em outros termos, a transição da dor aguda para crônica (ou cronificação da dor) é resultado de um processo desregulado que comumente se inicia no sistema nervoso periférico (transdução e transmissão) e se perpetua pela modulação plástica e modificação dos mecanismos sensoriais no nível central (corno dorsal da medula espinhal e do cérebro) (Cata et al., 2022).

A dor musculoesquelética crônica acomete um em cada três indivíduos em todo o mundo, se tornando a principal causa de incapacidade global (Briggs et al., 2018). A maioria dos tratamentos para a dor musculoesquelética produzem poucos efeitos para

muitos indivíduos, e uma razão para isso pode estar relacionada a diferenças nos mecanismos subjacentes que perpetuam a dor crônica, o que sugere que nem todos os tratamentos afetarão a dor igualmente (Zafereo et al., 2021).

Realizar um questionamento minucioso e a avaliação clínica, podem lançar luz sobre os prováveis contribuintes nociceptivos, neuropáticos e nociplásicos (Chimenti et al., 2018). O manejo irá variar de acordo com o(s) tipo(s) de dor. Independentemente do tipo de dor, quando persiste a longo prazo e principalmente quando é moderada a intensa, muitas vezes é acompanhada de sofrimento psicológico (mais comumente, depressão, ansiedade ou ambos); distúrbios de sono; mau condicionamento físico; e limitações do papel físico, social e funcional (Hainline et al., 2017).

Sabendo que um bom condicionamento físico é um fator que colabora para redução de quadros de dor, é fundamental entender como praticantes de exercícios, principalmente os de endurance (maior evidência), lidam com a dor e o que se sabe sobre o mecanismo e as adaptações promovidas pelo esporte.

2.2.3 A dor no atleta e no praticante recreacional

A prática regular de exercícios físicos, de modo geral, colabora para a redução da sensibilidade a dor e a literatura científica aponta os exercícios de resistência (*endurance*) como os principais moduladores dessas respostas, e é frequentemente prescrito para ajudar a diminuir a dor e restaurar/melhorar a função (Merkle et al., 2020). Com isso, a corrida se torna uma excelente opção para pacientes que procuram reduzir quadros de dor, principalmente relacionados a síndromes de dor crônica, em que o distúrbio (por exemplo, fibromialgia, dor de cabeça, síndrome de dor regional complexa) está associado à hipersensibilidade e à redução da inibição endógena da dor, implicando que o processamento individual de informações relacionadas à dor muda com o início da síndrome (Edwards, 2005).

Ao praticar exercícios, a dor surge como consequência natural da pressão intramuscular, dano muscular e acúmulo de metabólitos deletérios no músculo, dentre outros, e as percepções surgem em um contexto completamente diferente, por exemplo, quando comparado com pacientes com dor crônica, que sofrem de dor incontrolável e imprevisível, já que no caso dos atletas, muitas vezes é voluntário e autoprovocado por treinamento rigoroso, ou seja, eles decidem sentir dor, e nesses casos é importante ressaltar que nem sempre as experiências de dor indicam condições físicas prejudiciais,

que necessariamente irão causar lesões ou comprometimentos aos treinamentos e competições (Geisler et al., 2021a; Pettersen et al., 2020). Pelo contrário, o que se espera com a prática regular de exercícios é que as vias de dor se habituem ao estímulo, que se adaptem de forma positiva, levando assim a uma condição de menor sensibilidade, já que a dor serve para proteger o tecido corporal e está necessariamente aberta à modulação por qualquer evidência confiável (incluindo biológica e psicossocial) de que o tecido precisa ser protegido (Hainline et al., 2017).

A questão, no entanto, é que tipo de mecanismos podem levar a diferenças na percepção da dor em atletas de resistência ainda não é respondida. Várias hipóteses foram propostas, como a de que a exposição repetitiva para dor de baixa intensidade pode induzir tolerância física e mental à dor ou que o aumento da sensibilidade do barorreflexo pode influenciar a tolerância à dor (Geisler et al., 2021a).

Contextualizar a experiência de dor para a situação individual do atleta é fundamental para o gerenciamento direcionado e é ideal entender dos fatores relevantes que modulam a experiência de dor, incluindo domínios biológicos, psicológicos, sociais, específicos do esporte e específicos do treinamento (Hainline et al., 2017).

Algumas evidências indicaram recentemente que o sistema de modulação da dor é mais eficiente em atletas de resistência (Geisler et al., 2021b, 2021a). Além disso, o exercício aeróbico exerce um efeito global de hipoalgesia induzida pelo exercício (HIE) e o seu efeito está diretamente relacionado à intensidade do exercício e é afetado pelo local e tipo de estímulo doloroso (Zheng et al., 2021). A HIE é caracterizada por uma diminuição da sensibilidade a estímulos dolorosos, com duração variável, podendo durar até 30 minutos após uma única sessão de exercício (Diotaiuti et al., 2022). O exercício de corrida reduz a ativação induzida pela dor na PAG, uma área chave na inibição da dor descendente que, por sua vez, estava associada a índices mais baixos de desagradado da dor a estímulos térmicos (Lima et al., 2017). Embora os atletas, em geral, pareçam menos responsivos a estímulos nocivos do que os não atletas, o tipo de esporte afeta de forma diferente a percepção da dor (Scheef et al., 2012).

Não só o exercício de alta intensidade, mas o exercício aeróbico de intensidade moderada reduz efetivamente a sensibilidade à dor a vários estímulos dolorosos, e o exercício aeróbico de baixa intensidade inibe seletivamente a resposta emocional negativa à dor (Skogberg et al., 2022; Zheng et al., 2021).

Mesmo com as evidências sobre a HIE, o que tem colaborado para o aumento da prevalência e incidência de dor e lesões na corrida, em torno de 80% delas, é o *overuse*, isso significa que tanto praticantes recreacionais quanto atletas estão sentindo dor e sendo acometido por lesões por excesso de cargas de treinamento e intervalo de recuperação inadequado (Hespanhol Junior et al., 2016; Lopes et al., 2023b).

As experiências de dor acompanham os atletas nos horários e dias de treinamentos, nos dias seguintes aos treinamentos, todos os dias, por muitos anos e o ideal é que os atletas se ajustem à necessidade de suportar os eventos dolorosos, já que pode haver uma carga contínua e repetitiva, além da sua capacidade, que pode resultar em desequilíbrio, justamente por forças repetitivas e acumuladas (Geisler et al., 2021a)(GEISLER et al., 2021). Além disso, existem outros fatores associados como a privação de sono, estresse contínuo e carga que excede a capacidade do tecido, que podem reduzir o limiar nociceptivo mecânico do atleta, o suficiente para tornar dolorosas as demandas mecânicas normais do esporte (Hainline et al., 2017).

No atleta, a dor musculoesquelética se torna a mais prevalente, cuja fonte tecidual da dor é músculo, ligamento, tendão, articulação, cartilagem ou discogênica, e é impulsionada por uma série de fatores, incluindo, mas não se limitando a vias de dor nociceptiva, disfunção do sistema nervoso, vias de comorbidade e distúrbios cognitivos emocionais (Belavy et al., 2021; Tousignant-Laflamme et al., 2017).

Uma abordagem racional para o manejo de uma queixa de dor em um atleta começa com a classificação da dor e a identificação de suas causas básicas, incluindo patologia tecidual e fatores biomecânicos; se a dor persistir além da cura antecipada da lesão, fatores perpetuantes devem ser considerados (Igolnikov et al., 2018a). Atletas geralmente apontam para um evento singular como a causa da dor, mas questionamentos e exames cuidadosos podem revelar uma série de possíveis mecanismos contribuintes (Hainline et al., 2017).

O efeito analgésico do exercício aeróbico e anaeróbico está geralmente associado ao aumento da concentração periférica de β -endorfina e à ativação de mecanismos inibitórios nociceptivos (supra)espinais orquestrados pelo cérebro (Schwarz & Kindermann, 1992).

A modulação condicionada da dor (CPM) é a terminologia para descrever o efeito e das vias endógenas que aumentam ou diminuem os efeitos de estímulos nocivos

aferentes (Ramaswamy & Wodehouse, 2021). Pode ser descrita como um fenômeno sistêmico em que um estímulo doloroso é aplicado a uma área remota do corpo (estímulo condicionante) inibe a resposta da dor de outro estímulo doloroso, ou seja, a dor inibe a dor (Szikszay et al., 2020).

Atletas de elite desenvolvem ou estão predispostos a maior CPM, fator que facilita a manutenção de altas demandas de treinamento e competição (McDougall et al., 2020).

Um ciclo contínuo de inflamação-reparação-remodelação-inflamação pode alterar as propriedades mecânicas dos tecidos locais (incluindo tendões e tecidos articulares), assim, introduzir novas fontes locais de ativação nociceptiva e nesses casos, as contribuições nociceptivas para a dor continuarão se o desequilíbrio de força e outros fatores contribuintes (por exemplo, sono e carga de treinamento) não forem adequadamente tratados (Hainline et al., 2017).

Geisler et al. (2021), mostraram em seu estudo ao investigar mecanismos neurais de processamento da dor em atletas de corrida utilizando ressonância magnética funcional, que eles não diferem apenas em medidas subjetivas de percepção da dor, mas também na força de ativação de regiões cerebrais que são tipicamente ativadas por estimulação nociceptiva e na conectividade funcional entre regiões cerebrais, se diferindo de não atletas.

O tipo de esporte também desempenha um papel importante (Salwin & Zajac, 2016). Atletas em esportes de contato que experimentam inúmeras colisões físicas têm experiências completamente diferentes em comparação com atletas de resistência com experiências de dor menos agudas e imprevisíveis (Assa et al., 2019).

Em um estudo, foi encontrada uma relação negativa entre a ativação de várias regiões cerebrais, tipicamente ativadas por estimulação nociceptiva durante a dor, e a frequência de treinamento relatada pelos atletas. Isso reforça a ideia de que um treinamento de resistência mais prolongado pode levar a alterações mais duradouras no sistema de modulação da dor (Geisler et al., 2019).

Ainda não está claro como a informação somatossensorial é transmitida do tálamo para S1 e S2 (ou seja, a via ascendente exata) e como essas áreas corticais modulam a atividade talâmica (ou seja, a via descendente exata). Também não se sabe se as vias

ascendentes e descendentes são as mesmas ou diferentes para a transmissão de informações nociceptivas e táteis dentro desta rede ‘tálamo-S1-S2’ (Song et al., 2021).

A avaliação da dor em pacientes, incluindo atletas de elite, deve considerar aspectos como intensidade, localização, impacto no desempenho e função, duração, eventos desencadeadores e fatores que a agravam ou aliviam. A dor localizada geralmente indica uma lesão específica, enquanto a dor que segue um caminho nervoso está frequentemente ligada a uma lesão no nervo ou na raiz do nervo (Hainline et al., 2017).

Conforme a dor persiste, é importante avaliar a influência de fatores biológicos (como fadiga, ciclo menstrual, carga de treinamento e nutrição), psicológicos (como estresse, humor e percepções relacionadas à dor) e sociais/ambientais (como respostas de treinadores e pais, dinâmica da equipe e implicações econômicas) no planejamento do tratamento (Hainline et al., 2017; Igolnikov et al., 2018b).

2.3 Limiar de dor x tolerância a dor em praticantes de corrida de rua

Um aspecto desagradável, mas comum, da competição ou treinamento no esporte é sofrer uma lesão e/ou sentir dor e suportar o desconforto que acompanha. Geralmente reconhecido que a dor faz parte da experiência de um atleta/praticante e que eles se diferem em sua capacidade de funcionar e lidar com a dor após a lesão (Pen & Fisher, 1994).

Tolerância à dor e percepção da dor são fenômenos separados; o primeiro é o nível máximo de dor que uma pessoa pode suportar, enquanto o último é a percepção do estímulo doloroso (Lue et al., 2018). O limiar de dor avalia o componente discriminativo sensorial de dor, enquanto a tolerância a dor refere-se à percepção psicológica da dor, um equilíbrio complexo entre as funções cognitivas e afetivas (Thornton et al., 2017a).

O limiar de dor é a intensidade mínima do estímulo que geralmente é percebida como dolorosa, enquanto a tolerância à dor é definida como o período que um indivíduo está disposto a suportar um estímulo nocivo ou a intensidade máxima de estímulo que alguém suportará (O’Connor, 1999). A sensibilidade à dor é a classificação subjetiva da intensidade de um estímulo padronizado, que normalmente induz a ativação nociceptiva (Nielsen et al., 2005).

Os testes psicofísicos, como os testes sensoriais quantitativos (QST), podem ser usados para avaliar a sensibilidade do sistema somatossensorial e vias associadas, nas quais a medição dos limiares de dor é uma parte indispensável (Mücke et al., 2021). Até

o momento, não há diretrizes disponíveis na literatura científica para quais fatores de influência devem ser considerados ao determinar valores normativos para LDP, com isso, se torna crucial saber quais são esses fatores, já que pode ser útil para identificar um processamento somatossensorial alterado (Vervullens et al., 2022).

Atualmente, a maneira mais viável de avaliar os limiares de dor é medir os limiares de dor à pressão (LDPs), que se referem à quantidade mínima de pressão necessária para induzir a dor (Mücke et al., 2021), e ele se dá quando o sistema somatossensorial processa sinais nociceptivos que levam a sensação de dor (Vervullens et al., 2022).

Embora geralmente consideremos nosso limiar de dor como único e estável, existem situações em que parece mudar ou até desaparecer (Pacheco-Barrios et al., 2020). A literatura científica conceitua o limiar de dor como um ponto fixo na relação estímulo-resposta, que pode ser alterado por fatores biológicos, psicológicos e sociais (Suzuki et al., 2022).

Já a tolerância a dor, pode ser compreendida como, a quantidade máxima de dor que uma pessoa pode suportar (Roebuck et al., 2018; Salwin & Zajac, 2016). A literatura mostra que níveis mais baixos de tolerância à dor são frequentemente associados a depressão, medo de incapacidade futura, frustração, raiva, níveis mais baixos de atividade, prazer reduzido, isolamento, rompimento de relacionamentos íntimos, sensação de desamparo e dependência de medicamentos (Phillips, 1988).

Já se sabe que o exercício físico vigoroso pode alterar a percepção de dor e a tolerância (Thornton et al., 2017b), diante disso, torna-se crucial entender como essa percepção e tolerância é entendida em praticantes recreacionais, já que, em sua maioria, não apresentam fatores psicológicos que envolvem a cobrança pela vitória e o sustento financeiro através modalidade. Entender o motivo, a razão de tolerar se torna crucial, já que ela é modulada por fatores psicológicos, como confiança na capacidade de controlar a dor e vontade de participar de atividades quando a dor é presente (Hainline et al., 2017; Igolnikov et al., 2018a).

Um estudo longitudinal com quase 20 mil participantes, acompanhou por 8 anos uma amostra da população geral em duas medições, realizou testes quantitativos sensoriais (TQSSs), e investigou a tolerância a dor, e foi visto que ser fisicamente ativo foi associado a maior tolerância à dor durante o acompanhamento em comparação com ser sedentário em ambos os momentos, além disso, alterar níveis de atividade física de mais

baixos para mais altos pode estar associada a uma maior tolerância do que uma mudança igualmente inversa de alto nível de atividade física para baixo, indicando uma forte associação positiva entre atividade física e tolerância a dor, independente do tempo (Årnes et al., 2023). Uma possível explicação para o fato de atletas de elite relatarem menor dor em comparação com não atletas é a exposição repetitiva para dor de baixa intensidade que pode induzir tolerância física e mental (Pettersen et al., 2020).

Outro estudo, realizado com corredores e com levantadores de peso, mostrou que mesmo em níveis basais, os praticantes apresentaram percepção menor da dor em teste de tolerância quando comparado com não praticantes, e que essa diferença pode ser ampliada após uma única sessão de treinamento (Diotaiuti et al., 2022).

Em termos de sensibilidade à dor, os atletas representam uma população distinta, com estudos relatando consistentemente maior tolerância à dor em comparação com não atletas (Tesarz et al., 2012). Com isso, os atletas classificam a dor por pressão supralimiar como menos intensa e apresentam uma inclinação menor da curva estímulo-resposta em comparação com os não atletas, e isso significa que quanto maior a intensidade do estímulo doloroso, ocorre uma redução nas classificações de intensidade de dor de atletas em comparação com não atletas (Geisler et al., 2020).

Apesar dos esportes de resistência, que dependem de atividade de longa duração e aptidão cardiorrespiratória, aumentarem a tolerância à estimulação da dor (Pettersen et al., 2020), até hoje não se sabe ao certo a ordem, se os atletas melhoram a sua tolerância e limiar a dor com o treinamento e se tornam atletas de elite, ou se é algo relacionado a seleção natural e somente os mais tolerantes e com limiares mais altos fazem parte desse grupo seletivo. Normalmente, os atletas que mais toleram a dor, são os que atingem padrões mais altos de performance e como consequência, são recordistas mundiais, campeões do mundo. Como exemplo, podemos citar a Paula Hadcliff, ex-corredora britânica, recordista mundial na maratona de Chicago em 2003 (2h17min18, permaneceu até 2015), ao ser questionada sobre a sua vitória e a sua resposta foi que estava em sua capacidade de tolerar melhor a dor e, assim, quebrar seus próprios "limites" repetidas vezes (Zeller et al., 2019).

Diante das experiências e adversidades enfrentadas por praticantes de corrida durante treinamentos e competições, a questão mudou de “o que reduz a dor?” para “o que permite que alguém se envolva totalmente, apesar da dor?” (Buckingham & Richardson, 2021). Essa questão se torna importante, no sentido que muito do

entendimento do enfrentamento está pautado na sobrevivência. E isso não exclui a importância dos fatores de vulnerabilidade nos resultados da dor, mas sim para expandir a compreensão dos mecanismos psicológicos positivos que promovem o funcionamento adaptativo no contexto da dor (Goubert & Trompeter, 2017; Smith & Zautra, 2008).

Habilidades de enfrentamento e autoeficácia são conceitos amplos não específicos para percepção e tolerância à dor e podem, portanto, ser menos adequados como preditores para a percepção da dor em comparação com características que medem diretamente as reações emocionais à dor, como exemplo o medo (Pettersen et al., 2020).

Diante disso, a resiliência entra como um fator que pode aumentar a capacidade de manter a flexibilidade psicológica apesar da adversidade, o que, por sua vez, resulta em melhor funcionamento e engajamento na atividade, independentemente da dor (Gentili et al., 2019). A maioria das definições de resiliência abrange dois conceitos centrais: adversidade e adaptação positiva, no entanto, as definições atuais de resiliência fornecem informações limitadas sobre como uma pessoa se recupera ou mantém o funcionamento durante e após eventos difíceis da vida, e as qualidades resilientes incluem positividade, determinação, competitividade, comprometimento, maturidade, persistência, paixão pelo esporte e fortes redes de apoio social (Sarkar & Fletcher, 2014).

O conceito de resiliência às vezes reflete uma visão determinista em que os fatores de resiliência dependem de traços de personalidade, biologia, suporte social, experiências passadas e/ou propriedades inatas, como sexo (Gentili et al., 2019; León-Guereño et al., 2020). O estudo de León-Guereño et al. (2020), mostra que corredores amadores de longa distância com alto nível de motivação intrínseca (resiliência) tendem a sofrer um maior número de lesões.

Essa motivação intrínseca que faz o indivíduo ultrapassar obstáculos no âmbito competitivo, é de difícil controle, já que é individual e subjetivo, ou seja, só o indivíduo tem acesso a ela. No entanto, é possível avaliar através de um comportamento e através de imagens da atividade cerebral, principalmente com o uso da ressonância magnética funcional.

2.4 Sensibilização x habituação a dor em praticantes de corrida de rua

As experiências de dor no esporte podem não apenas ter influências negativas na percepção da dor, como foi demonstrado em cirurgias, traumas ou tratamentos crônicos de terapia intensiva, mas também experiências de dor em um contexto positivo, como as modalidades de resistência, que podem até aumentar os limiares de tolerância à dor e

tornar mais eficiente o processamento de estímulos nociceptivos no cérebro (Geisler et al., 2021a).

Interessante que a presença de dor, lesão ou a ameaça pode levar a várias alterações no comportamento motor, que vão desde uma redistribuição discreta da atividade entre e dentro dos músculos até a evitação completa do movimento. Por exemplo, foi observado que um músculo, durante a dor, pode manter sua força através da perda de algumas unidades motoras e do recrutamento de novas, o que não é consistente com uma facilitação ou inibição generalizada do músculo, a resposta protetora propõe que as alterações na produção motora, como mudanças na força e amplitude do movimento e na distribuição da carga, podem oferecer benefícios reais e/ou percebidos a curto prazo, protegendo a parte do corpo afetada de uma dor ou lesão real ou potencial (Merkle et al., 2020).

O sinal de um estímulo está correlacionado com o seu potencial para apoiar a capacidade de resposta, que para um determinado conjunto de parâmetros físicos depende em grande parte da história da aprendizagem não associativa, ou seja, da habituação e da sensibilização ao estímulo (Çevik, 2014). A habituação refere-se à redução na probabilidade ou amplitude de resposta que é observada após a repetição inconsequente do estímulo, ou seja, é uma forma simples de aprendizagem não associativa que é definida como um decréscimo de resposta resultante de estimulação repetida, que não envolve adaptação sensorial ou fadiga motora (Rankin et al., 2009).

Um aspecto da dor persistente é a sensibilização central, definida como o aumento da capacidade de resposta dos neurônios nociceptivos no sistema nervoso central às suas entradas aferentes normais ou subliminar (Woolf, 2011). É um mecanismo fisiológico associado ao aumento da sensibilidade à dor e em respostas à dor, sendo que atualmente não pode ser diretamente determinada em humanos, ocorre uma sugestão em função a partir de certos sintomas (Van Griensven et al., 2020).

Apesar desse mecanismo de habituação e sensibilização à dor não ser totalmente compreendido, seja para indivíduos saudáveis ou em pacientes com dor crônica, percebemos que sensibilização é o oposto da habituação, e os dois comportamentos combinados ajudam a aumentar as chances de sobrevivência do organismo (van der Miesen et al., 2023).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo desse estudo é avaliar dor e lesões musculoesqueléticas em praticantes de corrida de rua recreacionais e os mecanismos neurais envolvidos.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar intensidade de dor em praticantes de corrida recreacionais e não praticantes;
- Avaliar hiperalgesia mecânica nos membros inferiores e locais extrassegmentares em praticantes de corrida recreacionais e não praticantes.
- Avaliar mecanismos neurais de somação temporal, modulação condicionada da dor em praticantes de corrida recreacionais e não praticantes;
- Avaliar tolerância à dor em não praticantes e praticantes de corrida de rua com intensidades e volumes de treinamentos diferentes;
- Avaliar possíveis associações entre volume (quilômetros percorridos por semana), intensidade (tempo percorrido por quilômetro) e frequência da corrida com sensibilização neural, seja central ou periférica;
- Avaliar possíveis associações entre variáveis extrínsecas de treinamento com lesões e dor em praticantes de corrida recreacionais;
- Avaliar associações entre variáveis intrínsecas com dor e lesões em praticantes de corrida recreacionais;
- Avaliar se a paixão pela prática da corrida se associa com dor e lesões em praticantes de corrida recreacionais.

4 ARTIGOS

Apresentação da tese se encontra no formato alternativo, com três artigos incorporados no formato para a publicação.

Seguindo a ordem a seguir:

O primeiro artigo, intitulado: **FATORES INTRÍNSECOS DE TREINAMENTO E SUA RELAÇÃO COM DOR E LESÕES EM CORREDORES RECREACIONAIS DE CURTAS DISTÂNCIAS: ESTUDO OBSERVACIONAL TRANSVERSAL;**

O segundo: **FATORES EXTRÍNSECOS DE TREINAMENTO E SUA RELAÇÃO COM DOR E LESÕES EM CORREDORES RECREACIONAIS DE CURTAS DISTÂNCIAS: ESTUDO OBSERVACIONAL TRANSVERSAL;**

O terceiro: **DOR E LESÕES E A SUA RELAÇÃO COM TOLERÂNCIA E SENSIBILIDADE À DOR DE CORREDORES RECREACIONAIS DE PROVAS DE CURTAS E LONGAS DISTÂNCIAS.**

THAYSA PASSOS NERY CHAGAS

**FATORES INTRÍNSECOS DE TREINAMENTO E SUA RELAÇÃO COM DOR
E LESÕES EM CORREDORES RECREACIONAIS DE CURTAS DISTÂNCIAS:
ESTUDO OBSERVACIONAL TRANSVERSAL**

Este artigo tem por intenção a publicação na
revista científica Journal of Sport and Health
Science, Qualis A1 para a Ciências Biológicas
II.

Orientadora: Profa. Dra. Josimari Melo de Santana

**SÃO CRISTÓVÃO
2024**

FATORES INTRÍNSECOS DE TREINAMENTO E SUA RELAÇÃO COM DOR E LESÕES EM CORREDORES RECREACIONAIS DE CURTAS DISTÂNCIAS: ESTUDO OBSERVACIONAL TRANSVERSAL

Thaysa Passos Nery Chagas
Josimari Melo DeSantana

RESUMO

Introdução: A corrida é um dos esportes mais praticados em todo o mundo, e tem crescido a participação de praticantes recreacionais que visam promoção de saúde, seja física e/ou mental. No entanto, à medida que aumenta a participação, aumenta também o número de lesões e presença de dor relacionadas à prática. A etiologia das lesões relacionadas à corrida (LRCs) é multifatorial, muitas vezes associada a fatores pessoais, como idade, sexo, índice de massa corporal, e apesar das evidências, os resultados ainda são inconclusivos. **Objetivo:** Avaliar fatores intrínsecos de treinamento e a sua relação com lesões musculoesqueléticas, sensibilidade e tolerância à dor em praticantes de corrida de curtas distâncias recreacionais. **Metodologia:** Trata-se de estudo observacional transversal, que teve como população praticantes de corrida recreacionais de provas de curtas distâncias (≤ 10 km). Foram avaliadas as características da rotina de treinamento, a caracterização da intensidade da dor, além de massa corporal, estatura e índice de massa corporal. Foram avaliados os limiares de dor por pressão no músculo tibial anterior, tendão calcâneo e região lombar. Para a análise dos dados foram calculadas as frequências absolutas e relativas das variáveis categóricas, as médias e desvios-padrão das variáveis contínuas. Testes estatísticos foram aplicados para analisar as diferenças e associações entre corredores e não-corredores, bem como entre os sexos. Inicialmente, o teste t para amostras independentes foi empregado para comparar as variáveis antropométricas entre os sexos dos corredores. Em seguida, o teste Kruskal-Wallis foi utilizado para investigar as diferenças entre os grupos de corredores e não-corredores, tanto masculinos quanto femininos, com o teste Wilcoxon Signed Rank sendo usado como *post hoc*. O teste Mann-Whitney foi aplicado para comparar as características de treinamento e dor entre os sexos entre os corredores. O teste Qui-quadrado de independência foi usado para verificar a associação entre as variáveis categóricas sexo e motivo para correr, bem como a intensidade da dor. Por fim, o teste de regressão logística binária foi utilizado para avaliar a relação entre uma variável dependente binária e uma variável independente. Essa abordagem abrangente permitiu uma análise robusta e detalhada dos dados coletados. **Resultados:** Participaram do estudo 101 indivíduos, sendo 32 mulheres e 25 homens que realizam provas de corrida de curtas distâncias de forma recreacional (≤ 10 km), e 44 não-corredores, sendo 26 mulheres e 18 homens. Homens corredores recreacionais apresentam 15 vezes mais chance de sentir dor fraca quando comparado a mulheres que correm ($\chi^2(4) = 11,282, p < 0,05$; Cramer's V = 0,445). Os limiares de dor por pressão de mulheres corredoras foram mais baixos que o de mulheres não corredoras no tendão calcâneo ($z = -2,370, p < 0,05$), mas a tolerância à dor foi maior nas corredoras ($z = 2,905, p < 0,05$). **Conclusão:** Nenhum dos limiares de dor por pressão que foram avaliados em homens e mulheres corredoras se associou com os fatores intrínsecos. Apesar das corredoras apresentarem maior sensibilidade e maior tolerância à dor que mulheres não-corredoras, não justifica maior risco de lesões.

Palavras-chave: Corrida; lesões musculoesqueléticas; dor; sexo.

ABSTRACT

Introduction: Running is one of the most practiced sports around the world, and the participation of recreational practitioners who aim to promote health, whether physical and/or mental, has grown. However, as participation increases, the number of injuries and pain related to the practice also increases. The etiology of running-related injuries (RCLs) is multifactorial, often associated with personal factors such as age, sex, body mass index, and despite the evidence, the results are still inconclusive. **Objective:** To evaluate intrinsic training factors and their relationship with musculoskeletal injuries, sensitivity and pain tolerance in short-distance recreational runners. **Methodology:** This is a cross-sectional observational study, whose population included recreational runners in short distance events (≤ 10 km). The characteristics of the training routine, the characterization of pain intensity, as well as body mass, height and body mass index were evaluated. Pressure pain thresholds in the anterior tibialis muscle, Achilles tendon and lumbar region were evaluated. For data analysis, the absolute and relative frequencies of categorical variables, means and standard deviations of continuous variables were calculated. Statistical tests were applied to analyze differences and associations between runners and non-runners, as well as between sexes. Initially, the t test for independent samples was used to compare anthropometric variables between the runners' genders. Next, the Kruskal-Wallis test was used to investigate differences between groups of runners and non-runners, both male and female, with the Wilcoxon Signed Rank test being used as post hoc. The Mann-Whitney test was applied to compare training and pain characteristics between genders among runners. The Chi-square test of independence was used to verify the association between the categorical variables gender and reason for running, as well as pain intensity. Finally, the binary logistic regression test was used to evaluate the relationship between a binary dependent variable and an independent variable. This comprehensive approach allowed for a robust and detailed analysis of the collected data. **Results:** 101 individuals participated in the study, 32 women and 25 men who perform short-distance running events recreationally (≤ 10 km), and 44 non-runners, 26 women and 18 men. Male recreational runners are 15 times more likely to experience mild pain when compared to female runners ($\chi^2(4) = 11.282$, $p < 0.05$; Cramer's $V = 0.445$). The pressure pain thresholds of female runners were lower than that of non-runners in the Achilles tendon ($z = -2.370$, $p < 0.05$), but pain tolerance was higher in female runners ($z = 2.905$, $p < 0.05$). **Conclusion:** None of the pressure pain thresholds that were evaluated in male and female runners were associated with intrinsic factors. Although runners have greater sensitivity and greater pain tolerance than non-runners, this does not justify a greater risk of injury.

Keywords: Running; injuries; pain, sex.

1 INTRODUÇÃO

A corrida é um dos esportes mais praticados em todo o mundo, e tem crescido não somente no âmbito da performance atlética, mas também para praticantes que visam promoção de saúde, seja física e/ou mental (Liese et al., 2019; Oswald et al., 2020). A cada ano, aumenta a participação de homens e, principalmente, de mulheres em corridas, desde atletas a praticantes recreacionais, refletindo o crescimento de sua popularidade (Hollander et al., 2021; Menheere et al., 2020^a).

Embora haja aumento do interesse das pessoas, ainda há carência de estudos que forneçam informações sobre as especificidades dos treinamentos para homens e mulheres em aspectos distintos, especialmente no que se refere aos fatores fisiológicos relacionados à dor e lesões na corrida (LRC) (Joyner, 2017). A participação geral em eventos de corrida tem sido predominantemente masculina. Além disso, ainda existem preconceitos em relação à capacidade física das mulheres, mesmo sendo já debatido na literatura que é saudável para ambos os sexos (Montevalli et al., 2022; Scheerder et al., 2015).

Apesar dos equívocos anteriores, a participação das mulheres em corrida tem aumentado constantemente, ultrapassando os homens em 2018, quando 50,24% dos corredores no mundo eram do sexo feminino (International Association of Athletics Federations, 2023).

A dor é uma experiência sensitiva e emocional desagradável, geralmente associada a um dano tecidual real ou potencial (Raja et al., 2020). A percepção dela resulta de mecanismos inibitórios e facilitadores que atuam em circuitos modulatórios endógenos (Ramaswamy & Wodehouse, 2021), e está intrinsecamente relacionada à interpretação psicológica, que é um equilíbrio complexo entre funções cognitivas e afetivo-motivacionais (Lue et al., 2018; Thornton et al., 2017).

No entanto, pesquisas permanecem extrapolando dados encontrados em homens para mulheres, possivelmente em função do atraso da inserção das mulheres na modalidade, mas se sabe que homens e mulheres se comportam diferentemente nas respostas à estimulação dolorosa, nas atitudes em relação à dor, na atitude para expressar a dor, no comportamento de enfrentamento e em resposta ao tratamento e, ainda, mulheres apresentam prevalência de distúrbios dolorosos duas vezes maior em comparação a homens (Belfer, 2017).

As mulheres apresentam maior sensibilidade a estímulos nocivos, mostrando consistentemente limiares de dor mais baixos e menor tolerância à dor do que os homens (Årnes et al., 2021; Cordeiro et al., 2022). Porém, mesmo com evidências, é difícil tirar conclusões sobre qual sexo é mais fortemente afetado ou mais resistente à dor, uma vez que os mecanismos subjacentes que impulsionam essas diferenças são, em grande parte, desconhecidos (Presto et al., 2022).

As corredoras tendem a se exercitar mais por lazer e saúde, uma motivação intrínseca considerada duradoura e sustentável (Smyth et al., 2022^a). Em contraste, os corredores geralmente são motivados pelo desempenho físico, uma motivação extrínseca que pode ser eficaz em curto prazo. Isso pode explicar por que os homens tendem a se lesionar mais, possivelmente devido a maiores distâncias percorridas semanalmente (Buist et al., 2010; Nielsen et al., 2012; Van Der Worp et al., 2015).

A etiologia das lesões relacionadas à corrida (LRCs) é multifatorial, muitas vezes associada a fatores pessoais, como idade, sexo, índice de massa corporal, aptidão física, lesão anterior e alinhamento anatômico (Buist et al., 2010). Apesar dos benefícios físicos e mentais da corrida para a saúde, o aumento do número de participantes em competições tem sido acompanhado por aumento do número de lesões (Dias Lopes et al., 1947; Gajardo-Burgos et al., 2021; Van Gent et al., 2007^a).

A corrida pode levar a lesões por excesso de uso (*overuse*), que são multifatoriais por natureza (Fredette et al., 2022). Portanto, é importante entender os sinais que o corpo apresenta antes que a lesão ocorra. A dor é um mecanismo de alerta crucial, muitas vezes negligenciado, que, se não tratado, pode se tornar um problema crônico e comprometer a participação esportiva (Clarsen; Myklebust; Bahr, 2012).

Um aspecto comum, mas desagradável, da competição ou treinamento esportivo é sofrer uma lesão e/ou sentir dor (Lue et al., 2018; Pen & Fisher, 1994), ou seja, eles toleram a dor e, principalmente, em esportes de longa duração que exigem aptidão cardiorrespiratória, essa tolerância à dor é aumentada (Pettersen et al., 2020^a).

Por outro lado, a tolerância à dor se refere ao nível máximo de dor que uma pessoa pode suportar, e a sensibilidade à dor é a avaliação subjetiva da intensidade de um estímulo padronizado que normalmente induz a ativação nociceptiva (Nielsen et al., 2005). Além disso, o limiar de dor é a intensidade mínima do estímulo percebida como doloroso (Oconnor & Cool, 1999).

Já se sabe que o exercício físico vigoroso pode alterar a percepção, a sensibilidade e a tolerância à dor (Thornton et al., 2017), diante disso, torna-se crucial entender como se processam esses mecanismos em praticantes recreacionais, já que, em sua maioria, não apresentam fatores psicológicos que envolvem a cobrança pela vitória e o sustento financeiro através da modalidade. Entender o motivo, a razão de tolerar se torna crucial, já que ela é modulada por fatores psicológicos, como confiança na capacidade de controlar a dor e vontade de participar de atividades quando a dor é presente (Hainline et al., 2017).

Com isso, o objetivo do estudo é avaliar fatores intrínsecos de treinamento e a sua relação com lesões, percepção, sensibilidade e tolerância à dor em praticantes de corrida de curtas distâncias recreacionais.

2 MÉTODO

Este estudo foi aprovado em julho de 2021 pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (número do parecer: 4.852.969). Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes da sua inclusão no estudo. Além disso, o estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque, seguiu os pressupostos de padrões éticos na pesquisa em humanos baseados na Resolução 466/12.

2.1 Delineamento do estudo

Este estudo observacional transversal foi realizado de acordo com a declaração do Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (*STROBE*) (Von Elm et al., 2017). As coletas foram iniciadas em junho de 2022 e finalizadas em julho de 2023. As avaliações aconteceram no Laboratório de Pesquisa em Neurociência (LAPENE), localizado na Universidade Federal de Sergipe.

Os participantes se apresentaram no local designado durante o turno da tarde, tendo passado, no mínimo, 48 horas desde o último treinamento e sem terem consumido caféina ou medicamentos para dor. O ambiente do laboratório estava com uma temperatura controlada de 20°C. Uma avaliadora principal, que passou por treinamento adequado, conduziu todas as avaliações para assegurar a consistência, contando com o apoio de uma segunda avaliadora para registrar as informações obtidas. Antes de iniciar, todos os procedimentos foram explicados aos participantes e, após esclarecerem todas as suas dúvidas, eles assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Em seguida, foram aplicados os questionários de acompanhamento da rotina de treinamento

e histórico de lesões dos participantes e o de caracterização da dor, seguido de testes para identificar os LDPs e a tolerância à dor.

Para garantir a validade dos resultados, o teste-reteste foi utilizado para avaliar a confiabilidade. O coeficiente de correlação intraclassa (ICC) para o teste-reteste foi de 0,95, indicando alta confiabilidade das avaliações.

2.2. Contexto e participantes

Os participantes foram selecionados através de divulgação em redes sociais e contato direto com treinadores e grupos de corrida entre março e dezembro de 2022. Os corredores foram definidos como praticantes de corrida recreacionais de provas de curtas distâncias (≤ 10 km) e não praticantes de corrida.

Após a divulgação, corredores iniciantes até participantes de maratonas experientes foram avaliados, mas, para este artigo, foi elaborado um subconjunto de dados apenas com os corredores que participaram das corridas de 5 e 10 km. As distâncias de 5 e 10 km foram escolhidas considerando a semelhança em hábitos de treinamento (Menheere et al., 2020b).

Os critérios de inclusão para todos os participantes foram: sexo masculino (para reduzir a variabilidade com base no sexo), faixa etária de 18 a 50 anos; nenhuma doença psiquiátrica, neurológica ou outra doença médica atual ou passada que interfira na avaliação. Os critérios de inclusão específicos para os praticantes de corrida foram: praticantes de corrida que participam de provas de 5 e 10 km, que mantêm uma rotina de treinamento e participações em provas, com um mínimo de seis meses de prática de corrida e volume semanal mínimo de 15 km/semana. Os critérios de inclusão específicos para não-praticantes foram: não participar regularmente de qualquer tipo de exercício físico há pelo menos 6 meses.

Para isso, foram excluídos do estudo participantes com menos de 18 anos, que apresentassem doenças crônicas, condição inflamatória crônica, problemas cardiovasculares ou neurológicos, dor crônica, uso de medicamentos ou tenha feito cirurgia no membro inferior. Os critérios de exclusão adicionais para ambos os grupos foram uso atual de medicamentos prescritos para dor, ansiedade e depressão, diagnóstico de qualquer condição neurológica, lesão ortopédica da coluna vertebral ou extremidades inferiores no ano anterior e perda de sensibilidade nas pernas.

Nenhum dos participantes incluídos sofria de doenças neurológicas, psicológicas, cardiovasculares ou usou algum analgésico nas semanas anteriores à participação. Todos foram orientados a abster-se de exercícios físicos, café e nicotina 48 horas antes da participação.

O tamanho da amostra foi calculado no software GPower®, para obter o número de participantes necessários em cada grupo e como referência do estudo de Messier et al. (2018), $\alpha = 0,05$ e $\beta = 0,8$, graus de liberdade 4 e tamanho de efeito de 0,35. Como resultado da análise, foi determinado que seria necessária uma amostra com 98 participantes entre corredores e não corredores. Dos 160 participantes recrutados entre corredores e não corredores, 101 preencheram os critérios de inclusão. Dos praticantes excluídos, 42 participavam de provas acima de 10 km, além de apresentarem volume semanal acima de 50 km/sem, e 17 faziam uso de medicamentos para alívio da dor ou ansiedade/depressão.

Cento e um indivíduos participaram do estudo e foram divididos em quatro grupos: homens corredores recreacionais de curtas distâncias (HCR), mulheres corredoras recreacionais de curtas distâncias (MCR), homens não-corredores (HNC) e mulheres não-corredoras (MNC).

2.4 Mensuração das variáveis

2.4.1 Avaliação antropométrica

A massa corporal foi medida em uma balança digital calibrada com capacidade máxima de 150 kg e precisão de 100 g (Welmy®, Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo, Brasil). A estatura foi medida com uma fita métrica fixada a uma parede sem rodapé, com 2,00 m de extensão, dividida em centímetros e subdividida em milímetros, equipada com um visor de plástico e um esquadro em uma extremidade. O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado usando as medidas de peso e altura, com a fórmula $IMC = \text{massa corporal (kg)} / \text{estatura}^2 \text{ (cm)}$. Os limites de IMC utilizados foram os recomendados são: baixo peso ($IMC < 18,5$); eutrofia ($IMC 18,5-24,99$); sobrepeso ($IMC 25-29,99$) e obesidade ($IMC \geq 30,00$) (Anjos, 1992).

2.4.2 Questionário de acompanhamento da Rotina de Treinamento/Corrida de Corredores

O Questionário de Acompanhamento da Rotina de Treinamento/Corrida de Corredores corresponde a um autorrelato composto por três partes; a primeira trata de questões referentes aos dados pessoais e particulares, como idade, massa corporal, estatura, experiência em corrida, escolaridade e hábitos de vida. A segunda apresenta questões sobre histórico de corrida (números de treinos por semana, quilometragem semanal, tempo por quilômetro, prática de outros esportes, participação em provas e prática de exercícios de flexibilidade) e características do treinamento (acompanhamento dos treinos, motivação, tipo de tênis e tipo de pisada). A terceira apresenta o histórico de lesões musculoesqueléticas relacionadas à prática nos últimos 12 meses (Hespanhol Junior et al., 2012).

Uma lesão foi definida como ausência de corrida por, no mínimo, uma semana devido a uma queixa musculoesquelética na extremidade inferior ou na coluna causada pela corrida (Brund et al., 2019).

2.4.3 Caracterização da dor

O Questionário de Dor de McGill é composto por quatro escalas. A primeira escala contém dois desenhos do corpo humano, com a finalidade do paciente fazer a localização espacial e em profundidade da dor referida. A segunda escala tem o objetivo de identificar quais as propriedades temporais da dor (contínuas, ritmadas ou momentâneas), quais as circunstâncias que ela começou a ser percebida e o conjunto de intervenções analgésicas que foram e que estão sendo utilizadas para reduzi-la. Na terceira escala, o indivíduo consegue relatar a intensidade de dor presente através de uma escala alfanumérica que varia de 1 a 5, sendo 1, sem dor e 5, dor insuportável (Melzak, 1975).

2.4.4 Limiar de dor por pressão (LDP)

Utilizando um algômetro de pressão (Impac®, Paulínia, SP, Brasil) no músculo tibial anterior, o local de medida foi o ventre do músculo tibial anterior (TA), determinado a partir de uma medida do ponto médio da cabeça da fíbula ao maléolo medial, com o indivíduo em decúbito dorsal, (Eckenrode et al., 2019).

O LDP no tendão calcâneo (TC), foi medido a 2 cm próximo da inserção do tendão calcâneo do lado direito e esquerdo. Os participantes foram posicionados em decúbito

ventral com o tornozelo estabilizado em flexão plantar/dorsiflexão neutra (Eckenrode et al., 2019).

Para o LDP da região lombar (RG), foi feita uma grade com a marcação de 16 pontos (figura 1), orientada pelo processo espinhoso da 5ª vértebra lombar para explorar regiões diferentes. Foram feitas duas linhas verticais de 4 pontos em cada lado.

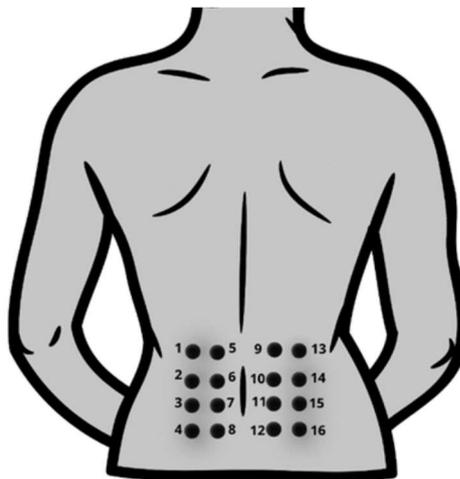


Figura 1. Representação esquemática da área sobre a região lombar para teste do limiar de dor à pressão. A distância entre dois locais de teste foi de 2,5 cm, e os primeiros locais foram 2,5 cm cranial ao processo espinhoso de L5. Adaptado de Kuithan et al. (2019).

Uma linha média também foi colocada diretamente sobre os músculos eretores da espinha. Uma pressão perpendicular linearmente crescente foi aplicada com o algômetro (Kuithan et al., 2019). Todos os limiares de dor por pressão foram medidos duas vezes, com um intervalo de um minuto entre os testes e a média foi usada para análise.

2.4.5 Tolerância à dor

Como descrito por Jones et al. (2014), os participantes realizaram contrações isométricas repetidas, usando um dinamômetro hidráulico analógico Jamar® (Lafayette Instrument, Indiana, EUA). A força foi informada e exibida para cada participante ao nível dos olhos. Cada participante primeiro completou uma série de contrações voluntárias máximas (CVM) de, aproximadamente, 5 segundos para determinar o pico da força de preensão manual.

Um mínimo de três CVMs foi realizado até a força do platô com cada CVM separada por 1 min de descanso. Um manguito foi, então, colocado ao redor do braço, que foi levantado acima do nível do coração por 60 segundos.

Após os 60 segundos, o manguito foi inflado até 200 mmHg (PA Med®, Itupeva, SP, Brasil) antes do braço retornar à horizontal. Contrações repetidas foram realizadas em condições isquêmicas a 30% de CVM por 4 segundos, separadas por 4 segundos de descanso até o limite de tolerância. Cada contração foi solicitada por meio de um estímulo auditivo: “já!”, e monitorada por feedback visual do avaliador, que estava preparado para encerrar o procedimento se o limite de tolerância à dor não foi atingido em 10 minutos de teste. Este prazo não foi divulgado aos participantes, que foram instruídos apenas a continuar o exercício de prensão manual durante o tempo tolerável.

Os participantes não receberam informações quanto ao tempo decorrido e a tolerância à dor foi o tempo total em que as contrações puderam ser mantidas antes do término voluntário do teste. A dor foi avaliada a cada ~ 30 segundos, usando uma escala numérica de 0 a 10 (Jones et al., 2014).

2.5 Métodos estatísticos

Para a análise estatística, foi utilizado o software SPSS versão 21.0® (IBM SPSS Statistics for Windows, IBM Corp Armonk, NY, EUA), erro α de 0,05 (intervalo de confiança de 95%) e poder desejado de 80% (erro β de 0,2). O teste de Shapiro-Wilk e a distribuição visual apresentaram desvios de normalidade, com isso, a análise não-paramétrica foi utilizada. Foram calculadas as frequências absolutas e relativas das variáveis categóricas, as médias e desvios-padrão das variáveis contínuas.

O teste t para amostras independentes foi utilizado para comparar as variáveis antropométricas entre os sexos do grupo de corredores. Para investigar as diferenças entre os grupos (corredores x não-corredores masculinos e femininos), foi utilizado o teste Kruskal-Wallis, utilizando o Wilcoxon Signed Rank como *post hoc*. O teste Mann-Whitney foi realizado para comparar as características de treinamento e de dor entre os sexos (feminino e masculino) entre os corredores. O teste Qui-quadrado de independência para verificar a associação de variáveis categóricas sexo (masculino e feminino) e motivo para correr (2x2) (saúde e saúde e desempenho) e intensidade da dor (2x5). O teste de regressão logística binária foi usado para avaliar a relação entre uma variável dependente binária (sim e não) e uma variável independente (masculino e feminino).

O tamanho de efeito também foi calculado para expressar a magnitude da diferença entre os grupos ou a força de associação entre duas variáveis. O nível de significância foi fixado em $p < 0,05$.

3 RESULTADOS

Participaram do estudo 101 indivíduos, sendo 32 mulheres e 25 homens que realizam provas de corrida de provas de curtas distâncias de forma recreacional (≤ 10 km), e 44 não-corredores, sendo 26 mulheres e 18 homens.

Proporções antropométricas

Os resultados das proporções antropométricas (massa corporal, estatura e IMC) dos participantes corredores recreacionais mostraram que houve diferença estatística significativa entre sexos, com homens apresentando maiores valores na massa corporal ($t(55) = -2,826, p < 0,05$) e na estatura ($t(55) = -8,398, p < 0,001$). No entanto, não houve diferença de IMC ($t(55) = 1,505, p = 0,138$) (tabela 1).

Foi realizada regressão logística binária (método *enter*) para verificar em que medida apresentar lesão relacionada à corrida (sim e não) poderia ser adequadamente prevista pelo sexo (masculino e feminino). O modelo não foi estatisticamente significativo [$\chi^2(5) = 3,014, p = 0,083$; Nagelkerke $R^2 = 0,085$].

Tabela 1. Características demográficas da população corredores e não-corredores. Aracaju, Sergipe, 2022-2023 (variáveis intrínsecas).

Características	Total (n = 101)	Corredores (n = 57)	Não-corredores (n = 44)	Valor de p corredores x não-corredores
Idade (anos)	34,56 ± 10,58			
Masculino		39,83 ± 12,62	29,61 ± 6,07	0,090
Feminino		36,19 ± 8,47	33,18 ± 7,06	0,405
Massa corporal (kg)	70,26 ± 13,42			
Masculino		74,88 ± 11,32	80,44 ± 13,18	1,00
Feminino		66,94 ± 9,84	62,85 ± 13,85	1,00
Estatura (m)	1,66 ± 0,08			
Masculino		1,74 ± 0,06	1,74 ± 0,07	1,00
Feminino		1,61 ± 0,48	1,61 ± 0,05	1,00
Índice de massa corporal (kg/m²)	25,05 ± 3,92			
Masculino		24,34 ± 2,49	26,69 ± 4,72	0,422
Feminino		25,51 ± 3,20	24,05 ± 4,88	0,929

Valores apresentados em média e desvio padrão. n= número de participantes; kg = quilogramas; m = metros; kg/m² = quilogramas por metro quadrado.

Características de treinamento

As principais provas de corrida realizadas foram de 5 (43,9%) e 10 km (56,1%). Dos HCR, 19 (76%) participam de provas de 10 km e 19 (59,4%) MCR participam das provas de 5 km.

Foi realizado teste Mann-Whitney para analisar características de treinamento de homens e mulheres e foi visto que homens apresentam maior tempo de prática que mulheres ($U = 242,500$, $z = -2,547$, $p < 0,05$), e maior volume semanal de treinamento ($U = 232,000$, $z = -2,721$, $p < 0,05$), no entanto, com tamanho de efeito baixo ($r = -0,34$ e $r = -0,36$, respectivamente). Além disso, homens também apresentaram maiores velocidades em seus treinamentos e competições ($U = 116,500$, $z = -4,568$, $p < 0,001$), com tamanho de efeito moderado ($r = -0,61$). A única característica de treinamento em que não houve diferença estatística significativa foi na frequência semanal de treinamento ($U = 355,500$, $z = -0,770$, $p = 0,440$) (tabela 2).

Tabela 2. Características de treinamento.

Características	Total (n=57)	Homens (n=25)	Mulheres (n=32)
Tempo de prática (anos)	5,74 ± 6,01	8,44 ± 7,65	3,62 ± 3,07
Volume semanal (km)	24,25 ± 14,93	30,92 ± 18,21	19,03 ± 9,06
Frequência semanal (vezes/semana)	3,26 ± 1,20	3,44 ± 1,44	3,13 ± 0,97
Velocidade (km/h)	10,40 ± 2,26	11,91 ± 2,21	9,23 ± 1,49

Valores apresentados em média e desvio padrão. n= número de participantes.

Motivos para correr

O principal motivo para correr seria saúde e desempenho (64,9%), e 35,1% corre visando saúde. Quando separamos por sexo, 85% das mulheres correm por saúde e 88% dos homens correm visando saúde e desempenho. Foi realizado um qui-quadrado de independência (2x2), com o objetivo de investigar se havia associação entre sexo (masculino e feminino) e motivo para correr (saúde e saúde e desempenho). Foi encontrada associação significativa entre sexo e motivos para correr ($\chi^2(1) = 10,422$, $p < 0,001$; $\phi = 0,428$). As análises de razão de chance (*odds-ratio*) indicaram que homens têm 8,32 vezes mais probabilidade de correr por saúde e desempenho do que as mulheres, que correm principalmente por motivos de saúde.

Lesões prévias

Entre os 57 corredores participantes, 82,5% (n = 47) relataram ter sofrido lesões anteriores devido à corrida em várias partes do membro inferior e da região lombar. Destes, 43,9% (n=25) relataram pelo menos uma lesão, 28,1% (n=16) relataram lesões em dois locais diferentes, e 14% (n=8) relataram lesões em três locais diferentes. No total, houve 83 relatos de lesões anteriores entre os corredores. A tabela 3 apresenta a distribuição das frequências e as diferenças observadas entre homens e mulheres. Foi realizado um teste de qui-quadrado de independência para investigar se havia uma associação entre os locais de lesões anteriores entre homens e mulheres, mas nenhuma área mostrou associação estatisticamente significativa ($p > 0,05$) (tabela 3).

Tabela 3. Número de lesões prévias em corredores recreacionais geral e por sexo.

Locais	Todos (n= 83; 100%)	Homens (n=39; 47%)	Mulheres (n=44; 53%)
Joelho	n = 32 (38,1%)	n = 17 (43,5%)	n = 15 (34%)
Anterior da perna	n = 14 (16,7%)	n = 5 (12,8%)	n = 9 (20,4%)
Região Lombar	n = 9 (10,7%)	n = 4 (10,2%)	n = 5 (11,3%)
Pé/tornozelo	n = 9 (10,7%)	n = 3 (7,6%)	n = 6 (13,6%)
Quadril	n = 6 (8,3%)	n = 1 (2,5%)	n = 5 (11,3%)
Posterior de coxa	n = 5 (6%)	n = 5 (12,8%)	n = 0 (0%)
Posterior da perna	n = 5 (6%)	n = 4 (10,2%)	n = 1 (2,2%)
Interno de coxa	n = 2 (2,4%)	n = 0 (0%)	n = 2 (4,5%)
Anterior da coxa	n = 1 (1,2%)	n = 0 (0%)	n = 1 (2,2%)

Valores apresentados em média, desvio padrão e frequências relativas. n= número de participantes.

Quando comparamos as médias de relatos de locais de lesões prévias apresentadas por homens ($1,46 \pm 0,98$ LRC) e mulheres ($1,44 \pm 0,85$ LRC), não houve diferença estatística significativa ($p = 0,922$). Ao realizar um qui-quadrado de independência (2x4), para verificar se havia associação do sexo com o número de lesões prévias, os resultados mostraram que não houve associação significativa entre sexo (feminino e masculino) e número de locais de lesões anteriores (sem local de lesão, um local de lesão, dois locais de lesões e três ou mais locais de lesões) ($\chi^2(3) = 3,046$, $p = 0,385$; $\phi = 0,231$) (tabela 4).

Tabela 4. Número de locais de lesões prévias separados por sexo.

Sexo	Número de locais de lesões			
	Sem local de lesão	Um local de lesão	Dois locais de lesões	Três locais de lesões
Mulher (%)	18,8%	34,4%	31,3%	15,6%
N	6	11	10	5
Homem (%)	8%	56%	24%	12%
N	2	14	6	3

Valores apresentados em frequências relativas. n= número de participantes.

Ao correlacionar as variáveis intrínsecas com o número de lesões prévias, foram encontrados resultados estatisticamente significativos no grupo HCR, mas não para MCR.

Para os HCR, a idade se correlacionou com o número de lesões de forma positiva e moderada ($p = 0,535$, $p < 0,001$) e, ao realizar uma regressão linear simples, foi visto que a idade apresentou influência estatisticamente significativa no número de lesões prévias ($F(1,23) = 8,116$, $p < 0,001$; $R^2_{\text{ajustado}} = 0,229$). O coeficiente de regressão B ($B = 0,030$, 95% [IC = 0,008 – 0,052]) indicou que, em média, para cada ano de aumento na idade, o número de lesões prévias aumenta em 0,03 vezes.

Intensidade da dor

A intensidade de dor em lesões prévias também foi avaliada entre os sexos, e os participantes relataram se não sentiu dor (sem dor), ou apresentou dor fraca, moderada, forte e insuportável. Para isso, foi realizado teste qui-quadrado de independência (2x5) para investigar se havia associação entre sexo (masculino e feminino) e intensidade de dor (sem dor, fraca, moderada, forte e insuportável). Foi encontrada associação significativa estatisticamente ($\chi^2(4) = 11,282$, $p < 0,05$; Cramer's $V = 0,445$), e análises dos resíduos padronizados ajustados mostrou que o sexo se associa com ou sem dor e intensidade fraca de dor, sendo que homens corredores recreacionais apresentaram 15 vezes mais chance de sentir dor de intensidade fraca quando comparado com mulheres (tabela 5).

Tabela 5. Intensidade da dor em corredores recreacionais por sexo.

Sexo	Intensidade de dor				
	Sem dor	Fraca	Moderada	Forte	Insuportável
Mulher (n)	13	4	12	3	0
Resíduos ajustados	2,8*	-2,0*	0,2	-7	-1,6
Homem (n)	2	8	9	4	2
Resíduos ajustados	-2,8*	2,0*	-0,2	0,7	1,6

n= número de participantes; * = $p < 0,05$.

Limiar de dor por pressão no músculo tibial anterior

Foi realizado teste Kruskal-Wallis para investigar se existiam diferenças entre os grupos no LDP no músculo tibial anterior. Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os grupos no músculo direito ($H(3) = 4,505$, $p = 0,212$) e esquerdo ($H(3) = 5,690$, $p = 0,128$) (figura 2).

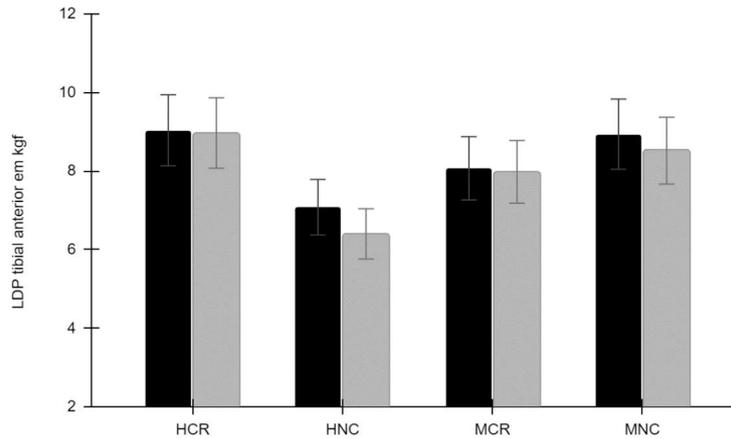


Figura 2. Limiar de dor por pressão (LDP) do músculo tibial anterior direito (preto) e esquerdo (cinza). HCR – homens corredores recreacionais; HNC – homens não-corredores; MCR – mulheres corredoras recreacionais; MNC – mulheres não-corredoras. * = $p < 0,05$.

Limiar de dor por pressão na região lombar

Foi realizado teste Kruskal-Wallis para investigar se existiam diferenças entre as médias dos 16 pontos da região lombar entre os grupos. O resultado do teste foi estatisticamente significativo ($H(2) = 8,396, p < 0,05$), mas só apresentou diferença entre os grupos HNC e MNC ($z = -2,846; p < 0,05$) (figura 3), mostrando que em toda grade dos LDP dos 16 pontos da região lombar, os valores das médias foram mais altos para as MNC e só apresentaram diferença do grupo dos HNC (figura 3).

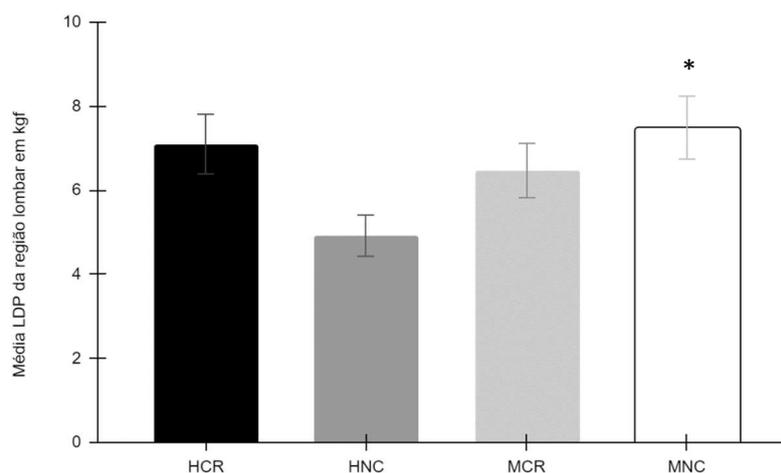


Figura 3. Média dos 16 pontos do limiar de dor por pressão na região lombar (LDP). HCR – homens corredores recreacionais (barra em preto); HS – homens não-corredores (barra em cinza escuro); MSR – mulheres corredoras recreacionais (barra em cinza claro); MS – mulheres não-corredoras (barra em branco). * = $p < 0,05$.

Limiar de dor por pressão no tendão calcâneo

Foi realizado teste Kruskal-Wallis para verificar se existiam diferenças do LDP no tendão calcâneo direito e esquerdo entre os grupos. O teste Kruskal-Wallis foi estatisticamente significativo ($H(3) = 9,926, p < 0,05$). Os resultados mostraram que MNC apresentaram maior LDP no tendão calcâneo esquerdo que MCR ($z = -2,370, p < 0,05$), com tamanho de efeito baixo ($r = -0,31$). O LDP do tendão calcâneo direito não apresentou diferenças estatísticas significativas ($H(3) = 7,387, p = 0,061$) (figura 4).

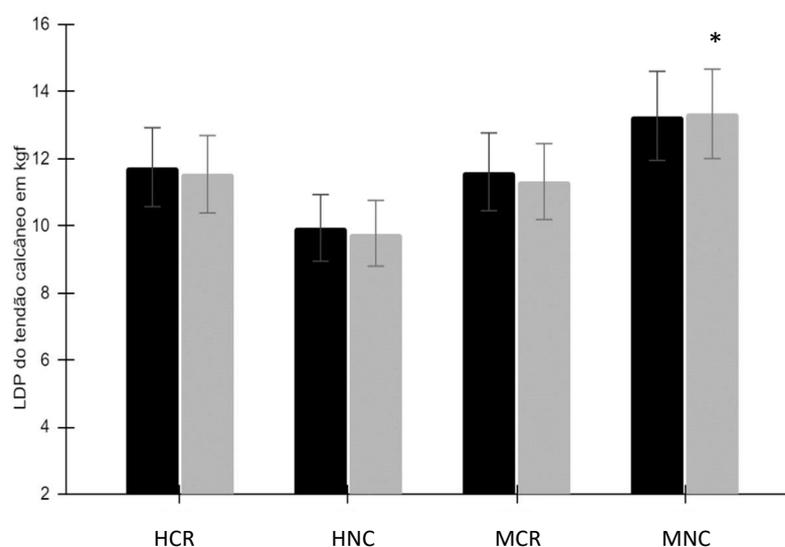


Figura 4. Limiar de dor por pressão (LDP) no tendão calcâneo direito (preto) e esquerdo (cinza). * = $p < 0,05$. HCR – homens corredores recreacionais; HNC – homens não-corredores; MSR – mulheres corredoras recreacionais; MNC – mulheres não-corredoras.

Nenhum dos LDPs avaliados apresentou correlação significativa estatisticamente com fatores intrínsecos (idade, massa corporal, estatura e IMC) nos grupos HCR e MCR.

Tolerância à dor

Foi realizado teste Kruskal-Wallis para investigar se a tolerância à dor se diferenciava entre os grupos. Os resultados mostraram que houve diferença estatística significativa ao comparar a tolerância entre os grupos ($H(3) = 14,289, p < 0,05$). O grupo MCR ($108,9 \pm 39,7$ s) apresentou maior tolerância à dor que o grupo MNC ($81,7 \pm 24,47$ s) ($z = 2,905, p < 0,05$), com tamanho de efeito baixo ($r = 0,38$), assim como os HCR também apresentou maior tolerância à dor que as MNC ($z = 3,568, p < 0,05$), com tamanho de efeito baixo ($r = 0,35$) (figura 5).

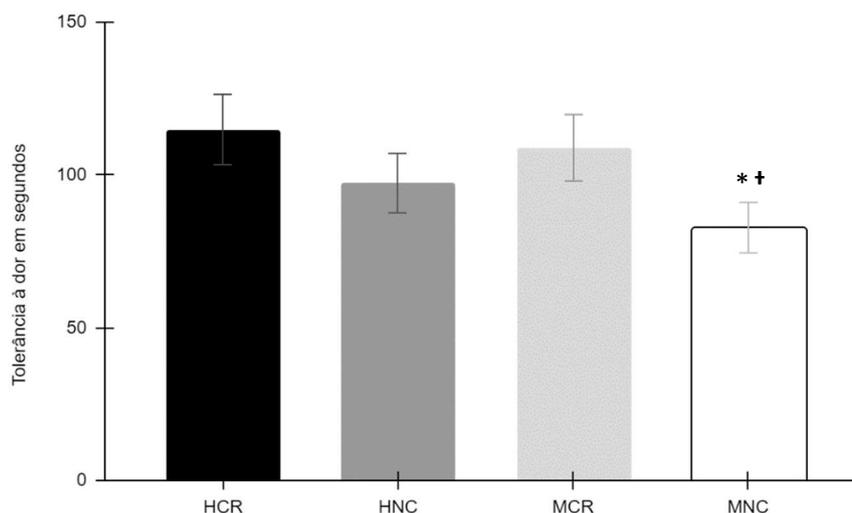


Figura 5. Tolerância à dor. HCR – homens corredores recreacionais; HNC – homens não-corredores; MCR – mulheres corredoras recreacionais; MNC – mulheres não-corredoras. * = $p < 0,05$.

Após testar correlação entre tolerância à dor e LDPs da lombar, do músculo tibial anterior e do tendão calcâneo, não foram encontrados resultados estatisticamente significativos para os grupos HCR e MCR ($p < 0,05$).

4 DISCUSSÃO

Os principais achados desse estudo mostram que (1) HCR apresentam 15 vezes mais chance de sentir dor fraca quando comparado a MCR; (2) os limiares de dor por pressão das mulheres corredoras foram mais baixos que o de MNC no tendão calcâneo, mas a (3) tolerância à dor foi maior nas MCR.

4.1 Proporções antropométricas e LRC

HCR apresentam maior massa corporal e estatura que MCR, e esses resultados são consistentes com pesquisas anteriores que mostram que homens apresentam corpos maiores que MCR (Knechtle et al., 2021; Nikolaidis et al., 2019). Apesar de estudos indicarem maior IMC em mulheres corredoras que em homens (Knechtle & Tanda, 2013; Motevalli et al., 2022), não houve diferença entre os grupos de corredores. Resultado semelhante ao encontrado em nossa pesquisa foi visto em um estudo que comparou as características antropométricas entre corredores recreacionais, não apresentando diferenças no IMC (Knechtle & Tanda, 2013). Porém, é preciso considerar que o IMC não apresenta a composição corporal, o que exclui possibilidades de verificar a massa muscular magra e percentual de gordura dos participantes. Mesmo assim, para indivíduos

que apresentam IMC elevado, recomenda-se que o treinamento seja alterado para permitir aumento progressivo de volume e intensidade que favoreça adaptações na remodelação muscular e óssea, numa tentativa de reduzir o risco de LRC (Naderi et al., 2020).

As variáveis intrínsecas, como maior IMC justamente por apresentar maior massa transportada durante a corrida, colaborando para aumento do impacto nas articulações; maior idade, principalmente por declínios biomecânicos; ser do sexo masculino, por apresentar maior foco em melhorias no desempenho, são consideradas fortes fatores de risco para LRC, ((Hollander et al., 2021; Motevalli et al., 2022; van Poppel et al., 2021). No entanto, em nosso estudo, a única variável intrínseca que se relacionou com o número de lesões foi a idade em HCR. Estudos têm mostrado que ocorre declínio na biomecânica da corrida anualmente, reduzindo a mecânica do tornozelo, mas não do joelho e do quadril (DeVita et al., 2016; Paquette et al., 2018).

Com o passar do tempo, principalmente em corredores acima dos 40 anos, existe a possibilidade de apresentarem características de força física reduzidas e menor funcionalidade do tornozelo e joelho durante a corrida, o que aumenta a chance de LRC (Kim & Park, 2022; Paquette et al., 2021). Portanto, compreender as adaptações e os défices na corrida com a idade irá melhorar a implementação de programas de treinamento que possam atenuar o risco de lesões e melhorar o desempenho (Borgia et al., 2022; DeVita et al., 2016).

4.2 Motivos para correr

A principal motivação para correr revelou que, para os HCR, a saúde e o desempenho são objetivos importantes, diferente das mulheres que correm principalmente por razões de saúde. Os resultados indicaram que a principal motivação para correr está ligada ao sexo, com os HCR tendo maior probabilidade de correr por saúde e desempenho do que os MCR. No estudo de Smyth et al. (2022), foi observado que os homens correm com foco maior no desempenho esportivo, enquanto as mulheres se exercitam com foco maior no lazer, o que pode justificar os maiores volumes e intensidades de treinamento.

Concordando com o nosso estudo, homens tendem a ser mais competitivos que mulheres e são mais orientados para o desempenho esportivo (Craft et al., 2014). No entanto, outro estudo mostrou que tanto homens quanto mulheres correm de maneira recreacional pelas mesmas razões, mas com diferenças entre faixas etárias, em que

corredores mais novos apresentam como principais motivos a competição e corredores com mais idade têm maior motivação para a saúde (Motevalli et al., 2022; Nikolaidis et al., 2019), talvez isso justifique o fato de corredores iniciantes apresentarem maiores índices de lesões que corredores experientes.

4.3 Lesões prévias

Dos participantes corredores da pesquisa, 82,5% já se lesionaram por causa da corrida, o que confirma resultados de outros estudos que corredores apresentam alto risco de se lesionarem (Maselli et al., 2020; van Poppel et al., 2021). Corredores de curtas distâncias têm incidência de lesões que varia de 14,3% e 44,7% (Van Der Worp et al., 2015). Ainda, corredores de curtas distâncias apresentam 2,5 vezes mais lesões que outras modalidades esportivas em 1000 horas, o que confirma que a corrida é um esporte de alto risco para lesões musculoesqueléticas (Kemler et al., 2018).

Diferente do que estudos mostram, os nossos achados não encontraram associação entre sexo (masculino ou feminino) e presença de LRC. Os estudos mostram que, em distâncias de competição de 10 km ou menos, mulheres corredoras apresentam maior risco de LRC que os corredores (Hollander et al., 2021). A justificativa para esse achado é extremamente ampla, já que essas taxas de lesões dependem de vários fatores que precisam ser levados em consideração, como idade e IMC, além de fatores relacionados ao treinamento e estilo de vida (Krabak et al., 2021).

Os locais de lesão e o número de lesões não apresentaram diferenças entre os sexos. Apesar de conflitante, a evidência de que o sexo é um fator de risco para o número de LRC apresenta alguns estudos, sugerindo que homens têm maior risco de LRC que mulheres (Van Der Worp et al., 2015).

O joelho foi o local mais afetado por lesões em corredores, com uma incidência de 38,1%, seguido pela perna com 16,7%. Esses dados estão alinhados com um estudo epidemiológico sobre LRC em corredores recreacionais (Mousavi et al., 2021) e com pesquisas anteriores (Ferro-Sánchez et al., 2023; Hespanhol Junior et al., 2015). Acredita-se que a maior incidência de lesões no joelho seja devido às grandes forças de impacto acumuladas durante a corrida (Jafarnejhadgero et al., 2018; Van Gent et al., 2007b).

Mesmo apresentando um certo padrão no tipo de lesão sofrida pelos corredores de ambos os sexos, as maiores porcentagens são encontradas em HCR. Em um estudo, a

maior porcentagem para o grupo de HCR que referiu ter sofrido três lesões prévias (Torres et al., 2020), diferente do que foi visto em nosso estudo, em que as MCR apresentaram maiores percentuais para duas e três lesões prévias, o que pode sugerir que diferenças neuromusculares, anatômicas, hormonais e biomecânicas podem colaborar para esse achado, contrastando com estudos que sugerem maior ocorrência e gravidade de LRC para os HCR devido a maiores volumes e intensidades de treinamentos e competições (Hollander et al., 2021; Motevalli et al., 2022).

4.4 Intensidade de dor

A dor é reconhecida como um sinal de alerta e, na corrida, é uma das adversidades que os corredores enfrentam. Nosso estudo revelou que os HCR têm 15 vezes mais probabilidade de sentir dor leve do que as mulheres (que, em sua maioria, não sentem dor durante a prática).

Em geral, a experiência da dor por homens e mulheres está alinhada com suas expectativas. É amplamente aceito que o sexo influencia a percepção da dor, com as mulheres tendendo a relatar mais dor do que os homens e geralmente apresentando menor tolerância (Sorge & Totsch, 2017). Contudo, em esportes de resistência, como a corrida, a intensidade de dor tende a ser mais baixa em comparação com não-atletas submetidos a estímulos dolorosos idênticos (Geisler et al., 2021). Além disso, nosso estudo constatou que os homens estão expostos a volumes e intensidades de treinamento maiores do que as mulheres, o que pode explicar esse achado.

Quando se trata de dor em praticantes de corrida, as evidências são escassas durante a prática na ausência de lesões, o que mostra a necessidade de investigações mais aprofundadas sobre limiares de dor e tolerância nessa população, principalmente com o intuito de prevenção de lesões. Os estudos confirmam que ignorar a dor pode, além de afastar da prática da modalidade, interferir na capacidade de desenvolver atividades diárias e relações sociais (Salwin & Zajac, 2016).

4.5 Limiar de dor por pressão

A prática regular de exercícios de endurance, como a corrida, colabora para a redução da percepção da dor e são apontados como os principais moduladores dessas respostas (Chagas & DeSantana, 2023). No entanto, em nosso estudo, o mais interessante é que em nenhum momento as MCR apresentaram LDPs mais altos que o grupo MNC,

pelo contrário, em alguns momentos, menores valores de limiares foram encontrados, e isso pode ser relacionado a um mecanismo de proteção, reconhecimento mais precoce de um potencial problema, o que lhe dá mais meios para lidar com ele (Belfer, 2017). Porém, em alguns estudos, a corrida tem contribuído para redução da percepção da dor induzindo hipotalgesia ao modular periféricamente a transdução, transmissão e processamento do estímulo nervoso e esse efeito está relacionado a intensidade do exercício (Jones et al., 2016; Zheng et al., 2021).

Ao avaliar o LDP no músculo tibial anterior, as MCR não apresentaram limiares mais altos que HCR e que MNC. O que pode refletir ao observarmos em outros estudos que o sexo feminino apresenta maior estresse na tibia durante a corrida e características intrínsecas podem ser responsáveis por essa maior magnitude (Giandolini et al., 2019). Em nosso estudo, verificamos que, depois do joelho, a região anterior da perna foi o local mais relatado pelas mulheres como lesão prévia, o que pode ser justificado por menor estatura, menor massa muscular e menor resistência óssea em relação às cargas recebidas, gerando maior estresse em todas as velocidades quando comparadas a homens (Meardon et al., 2021). Isso se torna crítico, porque lesões repetitivas podem ocorrer antes mesmo que os sintomas apareçam e erros nos treinamentos, principalmente por excesso (*overuse*), são responsáveis por mais de 50% de todas as LRC (Deshmukh & Phansopkar, 2022; Pawar, 2021).

Um dos locais mais comuns para as LRC é o TC. É uma das regiões mais sobrecarregadas durante a corrida, apesar de ser forte e espesso, podendo suportar grande tensão (Mansur et al., 2020; Sgadari et al., 2023). Os nossos resultados mostraram que somente no TC esquerdo em MNC apresentaram limiares mais altos que MCR. Embora indivíduos com tendinopatia de Aquiles mostrem aumento significativo da sensibilidade à dor na região do tendão, com base nos achados, não é possível determinar se o aumento da sensibilidade à dor foi causa ou efeito da tendinopatia (Murphy et al., 2021; Tompra et al., 2015; van Wilgen et al., 2013). Um estudo prospectivo que comparou corredores recreacionais de curtas distâncias com alta e baixa sensibilidade à dor no TC mostrou que a sensibilidade à dor nessa região não é preditora de LRC (Brund et al., 2019).

Correr é uma atividade muito dinâmica, com os membros inferiores e a região lombar exercendo um papel muito importante. Durante a corrida, a carga na coluna lombar é 3 vezes o peso da região superior do corpo (acima da 5ª vértebra lombar) e o tornozelo e o joelho atuam como um sistema interligado, minimizando a transmissão de

cargas para a região lombar (Cai & Kong, 2015). Em nosso estudo, verificamos que MNC apresentaram limiares na região lombar semelhante aos encontrados em HCR, e maiores que HNC.

Geralmente, os sedentários são mais facilmente acometidos por lombalgia, além disso, não realizar exercícios de aquecimento ou um aquecimento insuficiente está associado a dor lombar, se tornando necessário realizar uma ativação prévia da musculatura de estabilização do tronco (Kuithan et al., 2019; Masaki et al., 2018; Wu et al., 2021).

A relação entre percepção da dor e prática esportiva tem sido estudada, principalmente, como um fator tenta distinguir a escolha da prática do exercício e com a finalidade de estudar o efeito do exercício na percepção da dor (Wilber & Pitsiladis, 2012). Mas, ainda existe uma carência em estudos que abordem avaliações dos limiares de dor por pressão em praticantes de corrida na ausência de lesões instaladas, justamente apresentando o que ocorre com o impacto do treinamento de corrida, numa tentativa de prevenir lesões e minimizar os impactos na saúde física e mental pela interrupção da prática da corrida.

4.6 Tolerância à dor

Em nosso estudo, percebemos que MCR apresentam maior tolerância à dor que MNC. Para os HCR, já é bem documentado na literatura que são mais tolerantes que MCR e que HNC (Årnes et al., 2021; Cordeiro et al., 2022; Zeller et al., 2019), possíveis explicações para esse efeito específico incluem dimorfismo dependente do sexo dos receptores opioides em circuitos moduladores descendentes da dor (Mogil & Bailey, 2010).

Mas, o que chama a atenção é que MCR apresentaram maior tolerância e menor LDPs que MNC. Resultados semelhantes foram encontrados em atletas, em que apresentaram alta tolerância à dor quando comparados a não-atletas, assim como os resultados sobre os limiares seguem na direção oposta (Tesarz et al., 2012).

Assim como a percepção, a tolerância à dor é alterada em corredores, ou seja, a corrida reduz a percepção da dor e aumenta a tolerância a ela (Geisler et al., 2020; Tesarz et al., 2012). No entanto, os estudos ainda são divergentes em relação a esses dois quesitos. Uma possível explicação para uma maior tolerância é que corredores se expõem

repetitivamente à dor de baixa intensidade, o que pode induzir maior tolerância física e mental (Pettersen et al., 2020b). Contudo, associações observadas em outros estudos mostram que, quanto maior a percepção, menor a tolerância à dor (Alfieri & Battistella, 2018). Em um estudo que comparou o limiar e a tolerância à dor de corredores mais rápidos e mais lentos, mostrou-se que maior limiar e tolerância à dor podem estar associados a melhor desempenho em provas (Zeller et al., 2019).

De fato, a corrida pode aumentar a tolerância de indivíduos saudáveis, independente da doença, mesmo não alterando os limiares e isso pode gerar benefícios a populações clínicas com baixa tolerância, principalmente quando realizado em maiores níveis e intensidades (Årnes et al., 2021; Jones et al., 2014; O’Leary et al., 2017).

4.7 Limitações do estudo e aplicações clínicas

Acreditamos que este estudo tem implicações práticas importantes. As diferenças identificadas no diagnóstico de lesões específicas entre corredores de ambos os sexos devem ser consideradas na elaboração de estratégias de prevenção e reabilitação personalizadas, com o objetivo de gerir de forma eficaz as lesões associadas à corrida.

O estudo apresenta algumas limitações. Uma delas, se dá pelo fato de não avaliar a composição de massa livre de gordura e massa gorda dos participantes, o IMC não representa a composição corporal de indivíduos, mas a facilidade de sua mensuração e a grande disponibilidade de dados de massa corporal e estatura parecem ser motivos suficientes para a utilização do IMC em estudos epidemiológicos. O ponto forte do estudo é que foi o primeiro a mostrar a relação dos limiares e tolerância à dor em variáveis intrínsecas de corredores de curtas distâncias. Considerando o aumento do número de corridas e todos os benefícios que estão associados à sua prática regular, os nossos resultados são de grande importância para a atuação de treinadores, preparadores físicos e fisioterapeutas, principalmente os que trabalham com a fisioterapia preventiva, a fim de otimizar os resultados e reduzir de o risco LRC. Em estudos posteriores, sugere-se que realizem o acompanhamento dos participantes, já que permanecem com o hábito da corrida e identificar a incidência de lesões, além de verificar ao longo do tempo o que ocorre com a sensibilidade à dor nesses praticantes, além de realizar comparações entre participantes recreacionais de provas de curtas e longas distâncias, para verificar se mais longas distâncias percorridas podem impactar na sensibilidade a dor em locais mais solicitados pela corrida e na tolerância à dor dos participantes.

5 Conclusão

Ao avaliar fatores intrínsecos ao treinamento e competições de corredores de curtas distâncias, homens e mulheres não apresentaram diferenças no número de lesões, mas com o avançar da idade aumenta o número de lesões em HCR. Durante a corrida, os homens têm mais chance de apresentar dor fraca e mulheres de não sentir dor. Nenhum dos LDPs avaliados em homens e mulheres corredoras se associou com os fatores intrínsecos. Apesar das corredoras apresentarem maior sensibilidade e maior tolerância à dor que mulheres não-corredoras, não justifica maior risco de lesões.

REFERÊNCIAS

- Alfieri, F. M., & Battistella, L. R. (2018). Body temperature of healthy men evaluated by thermography: A study of reproducibility. *Technology and Health Care, 26*(3), 559–564. <https://doi.org/10.3233/THC-171164>
- Årnes, A. P., Nielsen, C. S., Stubhaug, A., Fjeld, M. K., Hopstock, L. A., Horsch, A., Johansen, A., Morseth, B., Wilsgaard, T., & Steingrimsdóttir, Ó. A. (2021). Physical activity and cold pain tolerance in the general population. *European Journal of Pain (United Kingdom), 25*(3), 637–650. <https://doi.org/10.1002/ejp.1699>
- Belfer, I. (2017). Pain in women. Em *Agri* (Vol. 29, Número 2, p. 51–54). Turkish Society of Algology. <https://doi.org/10.5505/agri.2017.87369>
- Borgia, B., Dufek, J. S., Radzak, K. N., & Freedman Silvernail, J. (2022). The effect of exercise modality on age-related changes observed during running. *European Review of Aging and Physical Activity, 19*(1). <https://doi.org/10.1186/s11556-022-00302-3>
- Brund, R. B. K., Rasmussen, S., Kersting, U. G., Arendt-Nielsen, L., & Palsson, T. S. (2019). Prediction of running-induced Achilles tendinopathy with pain sensitivity - A 1-year prospective study. *Scandinavian Journal of Pain, 19*(1), 139–146. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2018-0084>
- Buist, I., Bredeweg, S. W., Bessem, B., Van Mechelen, W., Lemmink, K. A. P. M., & Diercks, R. L. (2010). Incidence and risk factors of running-related injuries during preparation for a 4-mile recreational running event. *British Journal of Sports Medicine, 44*(8), 598–604. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.044677>
- Cai, C., & Kong, P. W. (2015). Low Back and Lower Limb Muscle Performance in Male and Female Recreational Runners with Chronic Low Back Pain 2 3. Em *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*® Downloaded from www.jospt.org at.
- Chagas, T. P. N., & DeSantana, J. M. (2023). Athletes choose to feel pain! *Brazilian Journal Of Pain, 6*(1). <https://doi.org/10.5935/2595-0118.2023010-en>
- Cordeiro, M. A., dos Santos, M. B. R., Zotz, T. G. G., & de Macedo, A. C. B. (2022). The influence of sex and level of physical activity on maximum tolerance to mechanical pain. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition), 72*(5), 579–586. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.09.019>
- Craft, B. B., Professor of Psychology, A., Carroll, H. A., Faculty, A., & Kathleen Lustyk, M. B. (2014). Gender Differences in Exercise Habits and Quality of Life Reports: Assessing the Moderating Effects of Reasons for Exercise HHS Public Access. Em *Int J Lib Arts Soc Sci* (Vol. 2, Número 5).
- Deshmukh, N. S., & Phansopkar, P. (2022). Medial Tibial Stress Syndrome: A Review Article. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.26641>
- DeVita, P., Fellin, R. E., Seay, J. F., Ip, E., Stavro, N., & Messier, S. P. (2016). The relationships between age and running biomechanics. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 48*(1), 98–106. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000744>

- Dias Lopes, A., Carlos, L., Junior, H., Yeung, S. S., & Oliveira Pena Costa, L. (1947). *What are the Main Running-Related Musculoskeletal Injuries? A Systematic Review*.
- Eckenrode, B. J., Kietrys, D. M., & Stackhouse, S. K. (2019). PAIN SENSITIVITY IN CHRONIC ACHILLES TENDINOPATHY. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(6), 945–956. <https://doi.org/10.26603/ijspt20190945>
- Ferro-Sánchez, A., Martín-Castellanos, A., de la Rubia, A., García-Aliaga, A., Hontoria-Galán, M., & Marquina, M. (2023). An Analysis of Running Impact on Different Surfaces for Injury Prevention. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(14). <https://doi.org/10.3390/ijerph20146405>
- Fredette, A., Roy, J. S., Perreault, K., Dupuis, F., Napier, C., & Esculier, J. F. (2022). The Association between Running Injuries and Training Parameters: A Systematic Review. Em *Journal of Athletic Training* (Vol. 57, Número 7, p. 650–671). National Athletic Trainers' Association Inc. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0195.21>
- Gajardo-Burgos, R., Monrroy-Uarac, M., Barriá-Pilaquilén, R. M., Norambuena-Noches, Y., van Rensburg, D. C. J., Bascour-Sandoval, C., & Besomi, M. (2021). Frequency of injury and illness in the final 4 weeks before a trail running competition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph18105431>
- Geisler, M., Herbsleb, M., Bär, K. J., & Weiss, T. (2020). Dissociation of Endogenous Pain Inhibition Due to Conditioned Pain Modulation and Placebo in Male Athletes Versus Nonathletes. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.553530>
- Geisler, M., Ritter, A., Herbsleb, M., Bär, K. J., & Weiss, T. (2021). Neural mechanisms of pain processing differ between endurance athletes and nonathletes: A functional connectivity magnetic resonance imaging study. *Human Brain Mapping*, 42(18), 5927–5942. <https://doi.org/10.1002/hbm.25659>
- Giandolini, M., Bartold, S., & Horvais, N. (2019). Interaction between body composition and impact-related parameters in male and female heel-toe runners. *Gait and Posture*, 70, 355–360. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.03.026>
- Hainline, B., Turner, J. A., Caneiro, J. P., Stewart, M., & Lorimer Moseley, G. (2017). Pain in elite athletes - Neurophysiological, biomechanical and psychosocial considerations: A narrative review. Em *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 51, Número 17, p. 1259–1264). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097890>
- Hespanhol Junior, L. C., Costa, L. O. P., Carvalho, A. C. A., & Lopes, A. D. ([s.d.]). Artigo originAl A description of training characteristics and its association with previous musculoskeletal injuries in recreational runners: a cross-sectional study. *Rev Bras Fisioter*, 16(1), 46–53.
- Hespanhol Junior, L. C., Pillay, J. D., van Mechelen, W., & Verhagen, E. (2015). Meta-Analyses of the Effects of Habitual Running on Indices of Health in Physically Inactive Adults. Em *Sports Medicine* (Vol. 45, Número 10, p. 1455–1468). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0359-y>

- Hollander, K., Rahlf, A. L., Wilke, J., Edler, C., Steib, S., Junge, A., & Zech, A. (2021). Sex-Specific Differences in Running Injuries: A Systematic Review with Meta-Analysis and Meta-Regression. *Em Sports Medicine* (Vol. 51, Número 5, p. 1011–1039). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01412-7>
- Jafarnezhadgero, A. A., Majlesi, M., & Madadi-Shad, M. (2018). The effects of low arched feet on lower limb joints moment asymmetry during gait in children: A cross sectional study. *Foot*, 34, 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2017.11.005>
- Jones, M. D., Booth, J., Taylor, J. L., & Barry, B. K. (2014). Aerobic training increases pain tolerance in healthy individuals. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(8), 1640–1647. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000273>
- Jones, M. D., Taylor, J. L., Booth, J., & Barry, B. K. (2016). Exploring the mechanisms of exercise-induced hypoalgesia using somatosensory and laser evoked potentials. *Frontiers in Physiology*, 7(NOV). <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00581>
- Joyner, M. J. (2017). Physiological limits to endurance exercise performance: influence of sex. *Em Journal of Physiology* (Vol. 595, Número 9, p. 2949–2954). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1113/JP272268>
- Kemler, E., Blokland, D., Backx, F., & Huisstede, B. (2018). Differences in injury risk and characteristics of injuries between novice and experienced runners over a 4-year period. *Physician and Sportsmedicine*, 46(4), 485–491. <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1507410>
- Kim, J., & Park, S. K. (2022). Differences in Physical Characteristics of the Lower Extremity and Running Biomechanics Between Different Age Groups. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph19074320>
- Knechtle, B., & Tanda, G. (2013). Marathon performance in relation to body fat percentage and training indices in recreational male runners. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 141. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s44945>
- Knechtle, B., Tanous, D. R., Wirnitzer, G., Leitzmann, C., Rosemann, T., Scheer, V., & Wirnitzer, K. (2021). Training and Racing Behavior of Recreational Runners by Race Distance—Results From the NURMI Study (Step 1). *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.620404>
- Krabak, B. J., Roberts, W. O., Tenforde, A. S., Ackerman, K. E., Adami, P. E., Baggish, A. L., Barrack, M., Cianca, J., Davis, I., D’Hemecourt, P., Fredericson, M., Goldman, J. T., Harrast, M. A., Heiderscheid, B. C., Hollander, K., Kraus, E., Luke, A., Miller, E., Moyer, M., ... Wasfy, M. M. (2021). Youth running consensus statement: Minimising risk of injury and illness in youth runners. *British Journal of Sports Medicine*, 55(6), 305–318. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102518>
- Kuithan, P., Heneghan, N. R., Rushton, A., Sanderson, A., & Falla, D. (2019). Lack of Exercise-Induced Hypoalgesia to Repetitive Back Movement in People with Chronic Low Back Pain. *Pain Practice*, 19(7), 740–750. <https://doi.org/10.1111/papr.12804>

- Liese, B. H., Gribble, R. S. F., & Wickremsinhe, M. N. (2019). International funding for mental health: A review of the last decade. *International Health, 11*(5), 361–369. <https://doi.org/10.1093/inthealth/ihz040>
- Lue, Y. J., Wang, H. H., Cheng, K. I., Chen, C. H., & Lu, Y. M. (2018). Thermal pain tolerance and pain rating in normal subjects: Gender and age effects. *European Journal of Pain (United Kingdom), 22*(6), 1035–1042. <https://doi.org/10.1002/ejp.1188>
- Mansur, N. S. B., Fonseca, L. F., Matsunaga, F. T., Baumfeld, D. S., Nery, C. A. D. S., & Tamaoki, M. J. S. (2020). Achilles Tendon Lesions - Part 1: Tendinopathies. *Revista Brasileira de Ortopedia, 55*(6), 657–664. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1702953>
- Masaki et al., 2018. ([s.d.]).
- Maselli, F., Storari, L., Barbari, V., Colombi, A., Turolla, A., Gianola, S., Rossetini, G., & Testa, M. (2020). Prevalence and incidence of low back pain among runners: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders, 21*(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03357-4>
- Meardon, S. A., Derrick, T. R., Willson, J. D., Baggaley, M., Steinbaker, C. R., Marshall, M., & Willy, R. W. (2021). Peak and Per-Step Tibial Bone Stress During Walking and Running in Female and Male Recreational Runners. *American Journal of Sports Medicine, 49*(8), 2227–2237. <https://doi.org/10.1177/03635465211014854>
- Menheere, D., Janssen, M., Funk, M., van der Spek, E., Lallemand, C., & Vos, S. (2020a). Runner's perceptions of reasons to quit running: Influence of gender, age and running-related characteristics. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(17), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176046>
- Menheere, D., Janssen, M., Funk, M., van der Spek, E., Lallemand, C., & Vos, S. (2020b). Runner's perceptions of reasons to quit running: Influence of gender, age and running-related characteristics. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(17), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176046>
- Mogil, J. S., & Bailey, A. L. (2010). Sex and gender differences in pain and analgesia. In *Progress in Brain Research* (Vol. 186, Número C, p. 140–157). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53630-3.00009-9>
- Motevalli, M., Tanous, D., Wirnitzer, G., Leitzmann, C., Rosemann, T., Knechtle, B., & Wirnitzer, K. (2022). Sex Differences in Racing History of Recreational 10 km to Ultra Runners (Part B)—Results from the NURMI Study (Step 2). *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(20). <https://doi.org/10.3390/ijerph192013291>
- Mousavi, S. H., Hijmans, J. M., Minoonejad, H., Rajabi, R., & Zwerver, J. (2021). Factors associated with lower limb injuries in recreational runners: A cross-sectional survey including mental aspects and sleep quality. *Journal of Sports Science and Medicine, 20*(2), 204–215. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.204>
- Murphy, M. C., Rio, E. K., Chivers, P., Debenham, J., Docking, S. I., Travers, M., & Gibson, W. (2021). Do people with unilateral mid-portion Achilles tendinopathy who participate in running-related physical activity exhibit a meaningful conditioned pain modulation

- (CPM) effect: a pilot study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(5), 441–447. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.10.015>
- Naderi, A., Moen, M. H., & Degens, H. (2020). Is high soleus muscle activity during the stance phase of the running cycle a potential risk factor for the development of medial tibial stress syndrome? A prospective study. *Journal of Sports Sciences*, 2350–2358. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1785186>
- Nielsen, C. S., Price, D. D., Vassend, O., Stubhaug, A., & Harris, J. R. (2005). Characterizing individual differences in heat-pain sensitivity. *Pain*, 119(1–3), 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2005.09.018>
- Nielsen, R. O., Buist, I., Sørensen, H., Lind, M., & Rasmussen, S. (2012). TRAINING ERRORS AND RUNNING RELATED INJURIES: A SYSTEMATIC REVIEW. Em *The International Journal of Sports Physical Therapy* | (Vol. 7, Número 1).
- Nikolaidis, P. T., Chalabaev, A., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Motivation in the athens classic marathon: The role of sex, age, and performance level in Greek recreational marathon runners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(14). <https://doi.org/10.3390/ijerph16142549>
- Oconnor & Cool_1999_Exercise_and_Pain__The_Neurobiology..7.* ([s.d.]).
- O’Leary, T. J., Collett, J., Howells, K., & Morris, M. G. (2017). High but not moderate-intensity endurance training increases pain tolerance: a randomised trial. *European Journal of Applied Physiology*, 117(11), 2201–2210. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3708-8>
- Oswald, F., Campbell, J., Williamson, C., Richards, J., & Kelly, P. (2020). A scoping review of the relationship between running and mental health. Em *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 17, Número 21, p. 1–39). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218059>
- Paquette, M. R., Devita, P., & Williams, D. S. B. (2018). Biomechanical Implications of Training Volume and Intensity in Aging Runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(3), 510–515. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001452>
- Paquette, M. R., Powell, D. W., & DeVita, P. (2021). Age and training volume influence joint kinetics during running. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 31(2), 380–387. <https://doi.org/10.1111/sms.13857>
- Pawar, A. (2021). A Case Report of Fractured Tibia with Improved Outcomes through Early Physiotherapy Approach. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 14(6), 57–61. <https://doi.org/10.21786/bbrc/14.6.14>
- Pen, L.], & Fisher2, C. A. (1994). Athletes and Pain Tolerance. Em *Sports Med* (Vol. 18, Número 5).
- Pettersen, S. D., Aslaksen, P. M., & Pettersen, S. A. (2020a). Pain Processing in Elite and High-Level Athletes Compared to Non-athletes. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01908>

- Pettersen, S. D., Aslaksen, P. M., & Pettersen, S. A. (2020b). Pain Processing in Elite and High-Level Athletes Compared to Non-athletes. *Frontiers in Psychology, 11*.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01908>
- Presto, P., Mazzitelli, M., Junell, R., Griffin, Z., & Neugebauer, V. (2022). Sex differences in pain along the neuraxis. *Neuropharmacology, 210*.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2022.109030>
- Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X. J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T., & Vader, K. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Em Pain (Vol. 161, Número 9, p. 1976–1982)*. NLM (Medline).
<https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>
- Ramaswamy, S., & Wodehouse, T. (2021). Conditioned pain modulation—A comprehensive review. *Em Neurophysiologie Clinique (Vol. 51, Número 3, p. 197–208)*. Elsevier Masson s.r.l. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2020.11.002>
- Running across Europe.* ([s.d.]).
- Salwin, E., & Zajac, A. (2016). Pain tolerance in sport. *Baltic Journal of Health and Physical Activity, 8*(3), 71–80. <https://doi.org/10.29359/bjhp.08.3.08>
- Sgadari, A., Izzo, A., Smeraglia, F., Coviello, A., Patel, S., Mariconda, M., & Bernasconi, A. (2023). Analysis of the 50 Most Cited Articles on Achilles Tendon Injury. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 11*(5). <https://doi.org/10.1177/23259671231170846>
- Smyth, B., Lawlor, A., Berndsen, J., & Feely, C. (2022a). Recommendations for marathon runners: on the application of recommender systems and machine learning to support recreational marathon runners. *User Modeling and User-Adapted Interaction, 32*(5), 787–838. <https://doi.org/10.1007/s11257-021-09299-3>
- Smyth, B., Lawlor, A., Berndsen, J., & Feely, C. (2022b). Recommendations for marathon runners: on the application of recommender systems and machine learning to support recreational marathon runners. *User Modeling and User-Adapted Interaction, 32*(5), 787–838. <https://doi.org/10.1007/s11257-021-09299-3>
- Sorge, R. E., & Totsch, S. K. (2017). Sex Differences in Pain. *Em Journal of Neuroscience Research (Vol. 95, Número 6, p. 1271–1281)*. John Wiley and Sons Inc.
<https://doi.org/10.1002/jnr.23841>
- Tesarz, J., Schuster, A. K., Hartmann, M., Gerhardt, A., & Eich, W. (2012). Pain perception in athletes compared to normally active controls: A systematic review with meta-analysis. *Pain, 153*(6), 1253–1262. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2012.03.005>
- Thornton, C., Sheffield, D., & Baird, A. (2017). A longitudinal exploration of pain tolerance and participation in contact sports. *Scandinavian Journal of Pain, 16*, 36–44.
<https://doi.org/10.1016/j.sjpain.2017.02.007>
- Tompra, N., Van Dieën, J. H., & Coppieters, M. W. ([s.d.]). *Central pain processing is altered in people with Achilles tendinopathy*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015>

- Torres, F. C., Gomes, A. C., & da Silva, S. G. (2020). Characteristics of training and association with injuries in recreational road runners. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 26(5), 410–414. https://doi.org/10.1590/1517-8692202026052020_0045
- Van Der Worp, M. P., Ten Haaf, D. S. M., Van Cingel, R., De Wijer, A., Nijhuis-Van Der Sanden, M. W. G., & Bart Staal, J. (2015). Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences. Em *PLoS ONE* (Vol. 10, Número 2). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114937>
- Van Gent, R. N., Siem, D., Van Middelkoop, M., Van Os, A. G., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Koes, B. W. (2007a). Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: A systematic review. Em *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 41, Número 8, p. 469–480). <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033548>
- Van Gent, R. N., Siem, D., Van Middelkoop, M., Van Os, A. G., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Koes, B. W. (2007b). Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: A systematic review. Em *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 41, Número 8, p. 469–480). <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033548>
- van Poppel, D., van der Worp, M., Slabbekoorn, A., van den Heuvel, S. S. P., van Middelkoop, M., Koes, B. W., Verhagen, A. P., & Scholten-Peeters, G. G. M. (2021). Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 10(1), 14–28. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.006>
- van Wilgen, C. P., Konopka, K. H., Keizer, D., Zwerver, J., & Dekker, R. (2013). Do patients with chronic patellar tendinopathy have an altered somatosensory profile? - A Quantitative Sensory Testing (QST) study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(2), 149–155. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01375.x>
- Wilber, R. L., & Pitsiladis, Y. P. (2012). Kenyan and Ethiopian Distance Runners: What Makes Them So Good? Em *International Journal of Sports Physiology and Performance* (Vol. 7).
- Wu, B., Chen, C. C., Wang, J., & Wang, X. Q. (2021). Incidence and Risk Factors of Low Back Pain in Marathon Runners. *Pain Research and Management*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6660304>
- Zeller, L., Shimoni, N., Vodonos, A., Sagy, I., Barski, L., & Buskila, D. ([s.d.]). *Pain sensitivity and athletic performance Fax: +972-073898135*. <https://doi.org/10.1101/514224>
- Zheng, K., Chen, C., Yang, S., & Wang, X. (2021). Aerobic Exercise Attenuates Pain Sensitivity: An Event-Related Potential Study. *Frontiers in Neuroscience*, 15. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.735470>

THAYSA PASSOS NERY CHAGAS

**FATORES EXTRÍNSECOS DE TREINAMENTO E SUA RELAÇÃO COM DOR
E LESÕES EM CORREDORES RECREACIONAIS DE CURTAS DISTÂNCIAS:
ESTUDO OBSERVACIONAL TRANSVERSAL**

Este artigo tem por intenção a publicação na
revista científica Journal of Sport and Health
Science, Qualis A1 para a Ciências Biológicas
II.

Orientadora: Profa. Dra. Josimari Melo de Santana

**SÃO CRISTÓVÃO
2024**

FATORES EXTRÍNSECOS DE TREINAMENTO E SUA RELAÇÃO COM DOR E LESÕES EM CORREDORES RECREACIONAIS DE CURTAS DISTÂNCIAS: ESTUDO OBSERVACIONAL TRANSVERSAL

Thaysa Passos Nery Chagas
Josimari Melo DeSantana

RESUMO

Introdução: A corrida de rua é um esporte popular com benefícios em vários aspectos relacionados à saúde física e mental de praticantes recreacionais. Apesar do fácil acesso à modalidade, a dor e as lesões fazem parte da rotina dessa população e o principal fator associado a esse aumento é o excesso (*overuse*) de treinamentos e competições. A dor é um sinal alerta que muitas vezes é negligenciado, com isso, aumenta a chance de perder todos os benefícios relacionados à prática. **Objetivo:** Avaliar fatores extrínsecos de treinamento e a sua relação com lesões, percepção e tolerância à dor em praticantes de corrida de curtas distâncias recreacionais. **Método:** Trata-se de um estudo observacional transversal, que contou com a participação de 57 indivíduos, que foram divididos em dois grupos: homens corredores recreacionais de curtas distâncias (HCR) e mulheres corredoras recreacionais de curtas distâncias (MCR). Foi aplicado o questionário de características de treinamento e histórico de lesões; o Inventário Breve de Dor foi aplicado para identificar a intensidade de dor; com um algômetro de pressão, foi investigado o limiar de dor por pressão (LDP) do tendão calcâneo (TC), do músculo tibial anterior (TA) e de 16 pontos, em forma de grade, na região lombar (RL). Foi aplicado um teste isquêmico com dinamômetro manual para investigar a tolerância à dor dos corredores. Para análise estatística, as frequências, as médias e desvios-padrão. A associação entre as variáveis de treinamento, dor e limiares de dor por pressão (LDPs) e os corredores foram estimadas pela razão de chance e seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC 95%). Para as análises de correlação, foi utilizado o teste de correlação de Spearman, para relacionar as variáveis de treinamento com os limiares de dor por pressão. A regressão logística múltipla também foi usada para estimar a probabilidade entre tempo de prática, frequência semanal de treinamento e LDP. **Resultados:** O número de lesões prévias está relacionado ao aumento do tempo de prática ($F(1,23) = 4,650, p < 0,05; R^2_{ajustado} = 0,123$). Os HCR têm mais tempo de prática ($U = 242,500, z = -2,547, p < 0,05$), e maior volume semanal ($U = 232,000, z = -2,721, p < 0,05$) e velocidades mais altas ($U = 116,500, z = -4,568, p < 0,001$) em seus treinamentos do que as MCR para as mesmas participações em provas, embora o tamanho do efeito seja baixo. O LDP no músculo tibial anterior das MCR aumenta com o tempo de prática da corrida. Entre os HCR, um aumento na frequência de treinamento está associado a redução dos LDP no músculo tibial anterior, mas isso não implica necessariamente influência. A tolerância à dor aumenta com o tempo de prática no grupo de MCR. **Conclusão:** A maioria dos fatores de risco que estão relacionados ao treinamento não apresentou relação com o número de lesões, assim como os limiares de dor também não se relacionam de forma positiva e nem de forma negativa com o número de lesões em praticantes recreacionais de curtas distâncias.

Palavras-chave: Corredores; treinamento; dor; lesões.

ABSTRACT

Introduction: Running is a popular sport with benefits in several aspects related to the physical and mental health of recreational practitioners. Despite the easy access to the sport, pain and injuries are part of the routine of this population and the main factor associated with this increase is the excess (overuse) of training and competitions. Pain is a warning sign that is often neglected, which increases the chance of losing all the benefits related to the practice. **Objective:** To evaluate extrinsic training factors and their relationship with injuries, pain perception and tolerance in short-distance recreational runners. **Method:** This is a cross-sectional observational study, with the participation of 57 individuals, who were divided into two groups: male short-distance recreational runners (HCR) and female short-distance recreational runners (MCR). The training characteristics and injury history questionnaire was applied; the Brief Pain Inventory was applied to identify pain intensity; With a pressure algometer, the pressure pain threshold (LDP) of the Achilles tendon (TC), the tibialis anterior muscle (TA) and 16 points, in the form of a grid, in the lumbar region (RL) was investigated. An ischemic test with a manual dynamometer was applied to investigate the pain tolerance of the runners. For statistical analysis, frequencies, means and standard deviations. The association between training variables, pain and pressure pain thresholds (PDLs) and runners were estimated by the odds ratio and their respective 95% confidence intervals (95% CI). For correlation analyses, the Spearman correlation test was used to relate the training variables with pressure pain thresholds. Multiple logistic regression was also used to estimate the probability between practice time, weekly training frequency and LDP. **Results:** The number of previous injuries is related to increased practice time ($F(1,23) = 4.650$, $p < 0.05$; Adjusted $R^2 = 0.123$). HCRs have more practice time ($U = 242,500$, $z = -2.547$, $p < 0.05$), and greater weekly volume ($U = 232,000$, $z = -2.721$, $p < 0.05$) and higher speeds ($U = 116.500$, $z = -4.568$, $p < 0.001$) in their training than the MCR for the same participation in competitions, although the effect size is low. The LDP in the tibialis anterior muscle of the MCR increases with running time. Among HCR, an increase in training frequency is associated with a reduction in LDP in the tibialis anterior muscle, but this does not necessarily imply an influence. Pain tolerance increases with practice time in the MCR group. **Conclusion:** Most of the risk factors that are related to training were not related to the number of injuries, just as pain thresholds are not positively or negatively related to the number of injuries in short-distance recreational practitioners. distances.

Keywords: Running; training; pain; injuries.

1 INTRODUÇÃO

A corrida de rua é um esporte popular, tem crescido nos últimos anos e tem proporcionado inúmeros benefícios em vários aspectos relacionados à saúde física e mental de praticantes recreacionais (Markoti et al., 2020; Oswald et al., 2020). Apesar do fácil acesso à modalidade e dos benefícios à saúde, a dor e as lesões fazem parte da rotina dessa população (Ramskov et al., 2022; Stevinson et al., 2022).

Correr é repetitivo e envolve carga mecânica cíclica aplicada à extremidade inferior (Evans et al., 2023). Numa tentativa de minimizar a dor e, principalmente, o afastamento da modalidade por causa do risco de lesões relacionadas a corrida (LRC), muitos fatores devem ser levados em consideração, como a distância percorrida, a velocidade aplicada, a frequência semanal de treinamentos, o volume de corrida percorrido semanalmente, duração dos treinamentos, tipo de superfície, tempo de uso do tênis, dentre outros fatores que se caracterizam como variáveis extrínsecas de treinamento (Kunene et al., 2019).

Mesmo com evidências mínimas que sustentam alterações biomecânicas em associação às lesões na corrida, justamente por falta de homogeneidade nas condições de avaliação (Ceyssens et al., 2019; Lopes et al., 2023), o risco de LRC pode estar associado a fatores extrínsecos, e o aumento do risco ocorre, principalmente, se houver alteração brusca na intensidade e no volume da corrida, já que é comum observar corredores recreacionais imitando práticas de treinamento semelhantes às adotadas por atletas profissionais, exacerbando a capacidade do tecido de recuperação (Boullosa, Esteve-Lanao, Casado, Peyré-Tartaruga, Gomes da Rosa, et al., 2020). Com isso, o risco aumentado de lesões pode ser o resultado da diferença entre volume de treinamento, intensidade da força aplicada e a capacidade do corpo de dissipar o estresse ou a força ao longo de um período de treinamento (Igolnikov et al., 2018a).

Essa incapacidade de dissipar e de recuperar o tecido pode causar repetidos microtraumas no tecido saudável, ou mesmo aplicação repetida de forças menores a um tecido já danificado, sem intervalo adequado de recuperação (*overuse*) podem causar LRC (Kluitenberg et al., 2015). Por muitas vezes, pode ser difícil diferenciar entre lesão traumática aguda e lesão por uso excessivo que resulta em lesão traumática no cenário

agudo e, portanto, um histórico completo deve ser realizado para explicar o fato (Igolnikov et al., 2018b).

Um sinal de alerta, muitas vezes negligenciado pelos corredores recreacionais é a dor. A definição atual de dor, atualizada pela Associação Internacional para o Estudo da dor (IASP, do inglês International Association for the Study of pain), apresenta como uma experiência sensitiva e emocional desagradável associada, ou semelhante à associada, a um dano tecidual real ou potencial (DeSantana et al., 2020.; Raja et al., 2020). A partir das experiências vivenciadas pela corrida, os praticantes experimentam sensações dolorosas e toleram durante a prática da modalidade. O que se espera, é que ocorra uma habituação das vias de dor ao estímulo, de forma neuroplástica positiva, promovendo a redução da sensibilidade à dor, já que a dor serve para proteger o tecido corporal e está necessariamente aberta à modulação por qualquer evidência confiável de que o tecido não precisa ser protegido (Hainline et al., 2017).

A corrida pode alterar a forma como uma pessoa experimenta a dor (Baiamonte et al., 2017; Belavy et al., 2021). O efeito crônico do exercício, principalmente os de longa duração que exigem aptidão cardiorrespiratória, pode aumentar tolerância ao desconforto e liberar opioides naturais, promovendo hiperalgesia induzida pelo exercício (HIE) (Cimpean & David, 2019; Diotaiuti et al., 2022).

Existe divergência na literatura sobre a relação tolerância e limiar de dor. Em algumas pesquisas, foi visto que a corrida pode alterar a tolerância sem modificar a percepção da dor (Tesarz et al., 2012), já em outros, realizados com atletas de elite, mostram que o efeito crônico das exposições estímulos dolorosos durante a prática da corrida altera a percepção da dor e a tolerância a ela (O'Leary et al., 2017; Tesarz et al., 2012; Zeller et al., 2019). Dessa forma, se faz importante investigar em corredores recreacionais, que realizam a prática da modalidade visando, em sua maioria, lazer e saúde, o que ocorre com o tecido que foi exposto a microtraumas causados pela própria corrida.

Com isso, o objetivo do estudo é avaliar fatores extrínsecos de treinamento e a sua relação com lesões, percepção e tolerância à dor em praticantes de corrida de curtas distâncias recreacionais.

2 MÉTODO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe aprovou este estudo em julho de 2021 (parecer nº 4.852.969). Antes de serem incluídos no estudo, todos os participantes deram seu consentimento assinando o termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi realizado em conformidade com a Declaração de Helsinque e seguiu os princípios éticos para pesquisas em seres humanos estabelecidos na Resolução 466/12.

2.1 Delineamento do estudo

Este estudo observacional transversal seguiu a declaração do Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) (Von Elm et al., 2017). As coletas de dados ocorreram de junho de 2022 a julho de 2023. O local das avaliações foi o Laboratório de Pesquisa em Neurociência (LAPENE) na Universidade Federal de Sergipe.

Os participantes chegaram ao local no período da tarde, 48 horas do último treinamento e sem o uso de cafeína ou medicamentos para alívio da dor. O laboratório apresentava temperatura padrão de 20 °C e uma única avaliadora, devidamente treinada, realizou todas as avaliações para garantir consistência, com o auxílio de uma segunda avaliadora para anotação das informações coletadas. Inicialmente, foram informados sobre todos os procedimentos e após sanarem todas as dúvidas, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Foi aplicado o questionário de acompanhamento da rotina de treinamento e histórico de lesões, em seguida os testes para identificação dos LDPs e da tolerância à dor dos participantes.

A confiabilidade foi avaliada através do teste-reteste, garantindo a validade dos resultados. O coeficiente de correlação intraclassa (ICC) para o teste-reteste foi de 0,95, mostrando alta confiabilidade nas avaliações.

2.2. Contexto e participantes

A seleção dos participantes foi realizada através de divulgação em redes sociais e contato direto com treinadores e grupos de corrida de março a dezembro de 2022. Definimos corredores como aqueles que praticam corridas recreativas de curtas distâncias (≤ 10 km) (Menheere et al., 2020b; Thuany et al., 2021).

Embora tenhamos avaliado desde corredores iniciantes até maratonistas experientes após a divulgação, este artigo se concentra em um subconjunto de dados de corredores que participaram de corridas de 5 e 10 km. Escolhemos as distâncias de 5 e 10 km devido à semelhança nos hábitos de treinamento (Menheere et al., 2020). Incluímos no estudo corredores que participam de provas de 5 e 10 km, que mantinham rotina de treinamento e participações em provas, com, pelo menos, seis meses de prática de corrida e volume semanal mínimo de 15 km.

Para isso, foram excluídos do estudo participantes com menos de 18 anos, que apresentassem doenças crônicas, distúrbios sistêmicos, condição inflamatória crônica, problemas cardiovasculares ou neurológicos, dor crônica, uso de medicamentos ou tenha feito cirurgia no membro inferior. Os critérios adicionais de exclusão para ambos os grupos incluíam o uso atual de medicamentos prescritos para dor, ansiedade e depressão, a presença de qualquer condição neurológica diagnosticada, uma lesão ortopédica na coluna vertebral ou membros inferiores no último ano, e a perda de sensibilidade nas pernas. Todos foram orientados a abster-se de exercícios físicos, café e nicotina 48 horas antes da participação.

O tamanho da amostra foi calculado no software GPower®, para obter o número de participantes necessários em cada grupo, utilizando a correlação como teste estatístico, com testes da família t , $\alpha = 0,05$ e $\beta = 0,8$, graus de liberdade 44 e tamanho de efeito de 0,35. Como resultado da análise, foi determinado que seria necessária uma amostra com 46 participantes. Dos 116 praticantes de corrida selecionados, 57 preencheram os critérios de inclusão. Dos praticantes excluídos, 42 participavam de provas acima de 10 km e 17 faziam uso de medicamentos para alívio da dor ou ansiedade/depressão.

Cinquenta e sete indivíduos participaram do estudo e foram divididos em dois grupos: homens corredores recreacionais de curtas distâncias (HCR) e mulheres corredoras recreacionais de curtas distâncias (MCR).

2.4 Mensuração das variáveis

2.4.1 Avaliação antropométrica

A massa corporal foi medida em uma balança digital calibrada com capacidade máxima de 150 kg e precisão de 100 g (Welmy®, Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo). A estatura foi medida com uma fita métrica fixada a uma parede sem rodapé, com 2,00 m

de extensão, dividida em centímetros e subdividida em milímetros, equipada com um visor de plástico e um esquadro em uma extremidade. O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado usando as medidas de peso e altura, com a fórmula $IMC = \text{massa corporal (kg)} / \text{estatura}^2 \text{ (cm)}$. Os limites de IMC utilizados foram os recomendados são: baixo peso ($IMC < 18,5$); eutrofia ($IMC 18,5-24,99$); sobrepeso ($IMC 25-29,99$) e obesidade ($IMC \geq 30,00$) (Anjos, 1992).

2.4.2 Questionário de acompanhamento da Rotina de Treinamento/Corrida de Corredores

O Questionário de Acompanhamento da Rotina de Treinamento/Corrida de Corredores corresponde a um autorrelato composto por três partes; a primeira trata de questões referentes aos dados pessoais e particulares, como idade, massa corporal, estatura, experiência em corrida, escolaridade e hábitos de vida. A segunda apresenta questões sobre histórico de corrida (números de treinos por semana, quilometragem semanal, tempo por quilômetro, prática de outros esportes, participação em provas e prática de exercícios de flexibilidade) e características do treinamento (acompanhamento dos treinos, motivação, utilização de palmilha especial, tipo de tênis e tipo de pisada).

A terceira apresenta o histórico de lesões musculoesqueléticas relacionadas à prática nos últimos 12 meses. Esse questionário permite caracterizar a amostra, entendendo melhor o perfil dos corredores recreacionais e quais fatores estariam associados com lesões musculoesqueléticas. Foi criado com o intuito de nortear a implementação de estratégias de prevenção com uma abordagem multidisciplinar (Hespanhol Junior et al., 2012).

2.4.3 Limiar de dor por pressão (LDP)

Utilizando um algômetro de pressão (Impac®, Paulínia, SP, Brasil) no músculo tibial anterior, o local de medida foi o ventre do músculo tibial anterior, determinado a partir de uma medida do ponto médio da cabeça da fíbula ao maléolo medial, com o indivíduo em decúbito dorsal, (Eckenrode et al., 2019a). O LDP no tendão calcâneo foi medido a 2 cm próximo da inserção do tendão calcâneo do lado direito e esquerdo. Os participantes foram posicionados em decúbito ventral com o tornozelo estabilizado em flexão plantar/dorsiflexão neutra (Eckenrode et al., 2019b).

Para o LDP lombar, foi feita uma grade com a marcação de 16 pontos (figura 1), orientada pelo processo espinhoso da 5ª vértebra lombar para explorar regiões diferentes. Foram feitas duas linhas verticais de 4 pontos em cada lado.

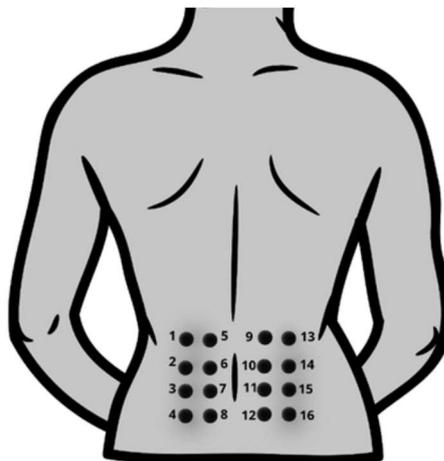


Figura 1. Representação esquemática da área sobre a RL para teste do limiar de dor à pressão. A distância entre dois locais de teste foi de 2,5 cm, e os primeiros locais foram 2,5 cm cranial ao processo espinhoso de L5. Adaptado de Kuithan et al. (2019).

Uma linha média também foi colocada diretamente sobre os músculos eretores da espinha. Uma pressão perpendicular linearmente crescente foi aplicada com o algômetro (Kuithan et al., 2019). Todos os limiares de dor por pressão foram medidos duas vezes, com um intervalo de um minuto entre os testes e a média foi usada para análise.

2.4.4 Tolerância à dor

Como descrito por Jones et al. (2014), os participantes realizam contrações isométricas repetidas, usando um dinamômetro hidráulico analógico Jamar® (Lafayette Instrument, EUA). A força foi informada e exibida para cada participante ao nível dos olhos. Cada participante primeiro completou uma série de contrações voluntárias máximas (CVM) de, aproximadamente, 5 segundos para determinar o pico da força de preensão manual.

Um mínimo de três CVMs foi realizado até a força do platô com cada CVM separada por 1 min de descanso. Um manguito foi, então, colocado ao redor do braço, que foi levantado acima do nível do coração por 60 segundos.

Após os 60 segundos, o manguito foi inflado até 200 mmHg (PA Med®, Itupeva, SP, Brasil) antes do braço retornar à horizontal. Contrações repetidas foram realizadas em condições isquêmicas a 30% de CVM por 4 segundos, separadas por 4 segundos de

descanso até o limite de tolerância. Cada contração foi solicitada por meio de um estímulo auditivo: “já!”, e monitorada por feedback visual do avaliador, que estava preparado para encerrar o procedimento se o limite de tolerância à dor não foi atingido em 10 minutos de teste. Este prazo não foi divulgado aos participantes, que foram instruídos apenas a continuar o exercício de preensão manual durante o tempo tolerável.

Os participantes não receberam informações quanto ao tempo decorrido e a tolerância à dor foi o tempo total em que as contrações puderam ser mantidas antes do término voluntário do teste. A dor foi avaliada a cada ~ 30 segundos, usando uma escala numérica de 0 a 10. A avaliação da tolerância à dor em um membro não treinado (braços) permite que as adaptações centrais sejam determinadas independentemente de qualquer adaptação periférica induzida pelo treinamento e mostrou-se confiável e sensível aos aumentos induzidos pelo treinamento de resistência na tolerância à dor (Jones et al., 2014).

2.5 Métodos estatísticos

A análise estatística foi realizada utilizando o software SPSS versão 21.0® (IBM SPSS Statistics for Windows; Armonk, NY: IBM Corp), com um erro α de 0,05 (95% de intervalo de confiança) e um poder desejado de 80% (erro β de 0,2). Devido aos desvios de normalidade identificados pelo teste de Shapiro-Wilk e pela distribuição visual, optou-se pela análise não-paramétrica. As frequências absolutas e relativas das variáveis categóricas foram calculadas, assim como as médias e desvios-padrão das variáveis contínuas.

A associação entre as variáveis de treinamento, dor e LDPs e os corredores foram estimadas pela razão de chance e seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC 95%). Para as análises de correlação, foi utilizado o teste de correlação de Spearman (não-paramétrico), para relacionar as variáveis de treinamento com os limiares de dor por pressão. A regressão logística múltipla (método *enter*) também foi usada para estimar a probabilidade entre tempo de prática, frequência semanal de treinamento e LDP. Para a regressão, foi realizada a análise de normalidade dos resíduos (distância de Mahalanobis e de Cook) e valores residuais de Durbin-Watson. Quando o pressuposto não atendeu a normalidade dos resíduos, foram realizadas reamostragens por Bootstrap. O tamanho de efeito também foi calculado para expressar a magnitude da diferença entre os grupos ou a força de associação entre duas variáveis. O nível de significância foi fixado em $p < 0,05$.

3 RESULTADOS

Participaram do estudo 57 praticantes de corrida recreacionais, sendo 32 mulheres e 25 homens que realizam provas de corrida de provas de curtas distâncias (≤ 10 km) (Tabela 1).

Tabela 1. Características demográficas de homens e mulheres que correm. Aracaju, Sergipe, 2022-2023..

Características	Homens (n=25)	Mulheres (n = 32)	Valor de <i>p</i>
Idade (anos)	39,83 ± 12,62	36,19 ± 8,47	0,107
Massa corporal (kg)	74,88 ± 11,32	66,94 ± 9,84	0,007
Estatura (m)	1,74 ± 0,06	1,61 ± 0,48	0,001
Índice de massa corporal (kg/m ²)	24,34 ± 2,49	25,51 ± 3,20	0,138

Valores apresentados em média e desvio padrão; n: tamanho da amostra. Nível de significância em $p < 0,05$.

Superfície e calçado de corrida

A maior parte dos corredores realizam os seus treinamentos no asfalto (81%), seguido pelo cimento (15,5%) e terra (3,4%), mas não se associou com o número de lesões ($\chi^2(6) = 5,999, p > 0,05$). Ainda, 91% dos praticantes realizam troca do tênis pelo desgaste e apenas 8,6% realizam pela quilometragem percorrida e essa troca acontece após um ano e meio de uso para 50% dos praticantes, após seis meses para 24,1%, em torno de dois anos para 12,1% e 13,8% não souberam informar. Em média, os corredores apresentam $2,42 \pm 1,56$ pares de tênis, mas não apresentou correlação estatisticamente significativa com número de lesões ($p = 0,250; p = 0,061$). Foi realizado teste de qui-quadrado para investigar se o tempo de troca de tênis estava associado ao número de lesões ($\chi^2(3) = 1,267, p > 0,05$), e intensidade de dor ($\chi^2(5) = 109,635, p > 0,05$), mas não foi estatisticamente significativo.

Características de treinamento

As principais provas de corrida realizadas foram de 5 (43,9%) e 10 km (56,1%). Dos HCR, 19 (76%) participam de provas de 10 km e 19 (59,4%) MCR participam das provas de 5 km.

Foi realizado teste Mann-Whitney para analisar características de treinamento de homens e mulheres e foi visto que homens apresentam maior tempo de prática que mulheres ($U = 242,500, z = -2,547, p < 0,05$), e maior volume semanal de treinamento ($U = 232,000, z = -2,721, p < 0,05$), no entanto, com tamanho de efeito baixo ($r = -0,34$ e r

= -0,36, respectivamente). Além disso, homens também apresentaram maiores velocidades em seus treinamentos e competições ($U = 116,500$, $z = -4,568$, $p < 0,001$), com tamanho de efeito moderado ($r = -0,61$). A única característica de treinamento em que não houve diferença estatística significativa foi na frequência semanal de treinamento ($U = 355,500$, $z = -0,770$, $p = 0,440$) (tabela 2).

Tabela 2. Características de treinamento.

Características	Total (n=57)	Homens (n=25)	Mulheres (n=32)
Tempo de prática (anos)	5,74 ± 6,01	8,44 ± 7,65	3,62 ± 3,07
Volume semanal (km)	24,25 ± 14,93	30,92 ± 18,21	19,03 ± 9,06
Frequência semanal (vezes/semana)	3,26 ± 1,20	3,44 ± 1,44	3,13 ± 0,97
Velocidade (km/h)	10,40 ± 2,26	11,91 ± 2,21	9,23 ± 1,49

Valores apresentados em média, desvio padrão. n= número de participantes; km= quilômetro; km/h= quilômetro por hora.

Variáveis de treinamento e lesões

Ao correlacionar as variáveis de treinamento com o número de lesões prévias em HCR, foi visto que tempo de prática apresentou associação estatisticamente significativa de forma positiva e moderada ($\rho = 0,514$; $p < 0,01$). Foi realizada regressão linear simples para investigar se tempo de prática de corrida explica o aumento do número de lesões prévias, e os resultados mostraram influência estatisticamente significativa no número de lesões prévias ($F(1,23) = 4,650$, $p < 0,05$; $R^2_{ajustado} = 0,123$). O coeficiente de regressão B ($B = 0,044$, 95% [IC = 0,002 – 0,086]) indicou que, em média, o aumento de um ano no tempo de prática aumenta 0,044 o número de lesões. Já no grupo MCR, não houve associação estatisticamente significativa entre variáveis de treinamento e número de lesões prévias ($p > 0,05$) (tabela 3).

Tabela 3. Análises de correlação entre variáveis de treinamento e lesões prévias em HCR, representados pelo coeficiente de correlação de Spearman.

	Tempo de prática	Frequência semanal	Volume semanal	Pace	Velocidade	Nº de lesões prévias
Tempo de prática	-					
Frequência semanal	0,194	-				
Volume Semanal	0,413*	0,747**	-			
Pace	-0,154	-0,108	-0,333	-		
Velocidade	0,154	0,108	0,333	-1,000**	-	
Nº de lesões prévias	0,514**	0,322	0,275	-0,123	0,123	-

Nota: Rô de Spearman. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$.

Foi testada correlação entre tempo de prática e volume semanal de treinamento e velocidade em HCR e MCR. Os resultados mostraram que houve associação estatisticamente significativa e moderada entre tempo de prática e volume semanal em

HCR ($\rho = 0,413$; $p < 0,05$), mas ao realizar regressão linear simples, não apresentou influência estatística significativa ($F(1,23) = 3,328$, $p = 0,081$; $R^2_{ajustado} = 0,088$) (tabela 3). Já no grupo das MCR, houve associação positiva estatisticamente significativa, de forma moderada entre tempo de prática e volume semanal ($\rho = 0,503$, $p < 0,001$) e fraca com velocidade ($\rho = 0,354$, $p < 0,05$), mas também sem influência em nenhuma das variáveis ($F(1,23) = 3,465$, $p = 0,073$) ($F(1,23) = 2,617$, $p = 0,116$), respectivamente (tabela4).

Tabela 4. Análises de correlação entre variáveis de treinamento e lesões prévias em MCR representados, pelo coeficiente de correlação de Spearman.

	Tempo de prática	Frequência semanal	Volume semanal	Pace	Velocidade	Nº de lesões prévias
Tempo de prática	-					
Frequência semanal	0,235	-				
Volume Semanal	0,503**	0,757**	-			
Pace	-0,354*	-0,211	-0,329	-		
Velocidade	0,354*	0,211	0,329	-1,000**	-	
Nº de lesões prévias	0,053	-0,097	-0,119	-0,060	0,123	-

Nota: Rô de Spearman. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$.

Variáveis de treinamento e LDPs

Os dados da correlação obtida entre tempo de prática e LDP no músculo tibial anterior em MCR mostrou que os limiares de dor por pressão no músculo tibial anterior direito ($\rho = 0,458$; $p < 0,01$) e esquerdo ($\rho = 0,419$; $p < 0,05$) se correlacionam significativamente de forma positiva com o tempo de prática. Foi realizada uma regressão linear simples (método *enter*) para investigar se o tempo de prática explicava o aumento no limiar de dor por pressão no músculo tibial anterior direito e esquerdo.

Tabela 5. Limiar de dor por pressão em HCR e MCR

	Tibial anterior direito	Tibial anterior esquerdo	Tendão calcâneo direito	Tendão calcâneo esquerdo	Região lombar
HCR	9,04±4,13	8,97±4,61	11,61±4,06	11,32±3,89	7,10±3,63
MCR	8,07±2,43	7,98±2,80	10,74±3,07	10,68±3,44	6,47±2,51

Valores em média e desvio padrão. n= número de participantes.

Os resultados mostram haver influência significativa do tempo de prática no LDP do músculo tibial anterior direito ($F(1,30) = 6,411$, $p < 0,05$; $R^2_{ajustado} = 0,149$) e esquerdo ($F(1,30) = 6,428$, $p < 0,05$; $R^2_{ajustado} = 0,149$). O coeficiente de regressão B indicou que, ao aumentar um ano no tempo de prática, o LDP do músculo tibial anterior direito ($B =$

0,331, 95% [IC = 0,064 – 0,599]) e esquerdo ($B = 0,383$, 95% [IC = 0,074 – 0,691]) aumenta em 0,33 e 0,38 kgf, respectivamente (tabela 6).

Tabela 6. Análises de correlação entre variáveis de treinamento e LDPs em MCR representados, pelo coeficiente de correlação de Spearman.

	LDP tibial direito	LDP tibial esquerdo	LDP tendão calcâneo direito	LDP tendão calcâneo esquerdo	LDP região lombar
Tempo de prática	0,459**	0,419*	0,218	-0,003	0,247
Frequência semanal	0,024	0,050	0,036	0,101	0,236
Volume Semanal	0,082	0,052	0,070	0,028	0,153
Pace	-0,192	-0,152	0,166	0,205	-0,032
Velocidade	0,192	0,152	-0,166	-0,205	0,032
Nº de lesões prévias	-0,127	-0,132	-0,110	-0,033	0,008

Nota: Rô de Spearman. * = $p < 0,05$.

Já entre os HCR, os dados da correlação obtida entre frequência semanal de treinamento e o limiar de dor por pressão no músculo tibial anterior direito ($\rho = -0,456$; $p < 0,05$) e esquerdo ($\rho = -0,414$; $p < 0,05$) se associam estatisticamente de forma negativa. Uma regressão linear simples (método *enter*) foi realizada para investigar se a frequência semanal explicava a redução do LDP do músculo tibial anterior direito ($F(1,23) = 4,025$, $p = 0,057$; $R^2_{ajustado} = 0,112$) e esquerdo ($F(1,23) = 3,845$, $p = 0,062$; $R^2_{ajustado} = 0,104$), no entanto, os resultados não mostraram haver influência estatística significativa (tabela 6).

Ao testar correlação entre os LDPs da região lombar (RL), tendão calcâneo direito e esquerdo e variáveis de treinamento, os resultados mostraram que não apresentaram correlação estatisticamente significativa ($p > 0,05$), nos grupos MCR e HCR.

Tabela 6. Análises de correlação entre variáveis de treinamento e LDPs em HCR, representados pelo coeficiente de correlação de Spearman.

	LDP tibial direito	LDP tibial esquerdo	LDP tendão calcâneo direito	LDP tendão calcâneo esquerdo	LDP região lombar
Tempo de prática	-0,240	-0,187	0,77	-0,010	0,145
Frequência semanal	-0,456*	-0,414*	-0,202	-0,165	-0,385
Volume Semanal	-0,168	-0,185	-0,052	-0,059	-0,035
Pace	0,039	-0,054	-0,014	0,065	0,060
Velocidade	-0,039	0,054	0,014	-0,065	-0,264
Nº de lesões prévias	-0,167	0,010	0,197	0,230	0,062

Nota: Rô de Spearman. * = $p < 0,05$.

Variáveis de treinamento e tolerância à dor

No entanto, ao correlacionar tolerância com as variáveis de treinamento, foi visto no grupo MCR que a tolerância se correlacionou de forma positiva e moderada com o tempo de prática ($\rho = 0,446$; $p < 0,05$). Foi realizada regressão linear simples para investigar se o tempo de prática influenciava na tolerância à dor no grupo MCR, os resultados mostraram que o tempo de prática não apresentou influência estatisticamente significativa nos níveis de tolerância à dor ($F(1,30) = 3,584$, $p = 0,068$) (tabela 7).

Tabela 7. Análises de correlação entre variáveis de treinamento e tolerância à dor em HCR e MCR, representados pelo coeficiente de correlação de Spearman.

	Tempo de prática	Frequência semanal	Volume semanal	Pace	Velocidade	Nº de lesões prévias
Tolerância em HCR	0,042	0,011	0,279	-0,264	0,264	-0,006
Tolerância em MCR	0,446*	0,159	0,253	-0,101	0,101	0,004

Nota: Rô de Spearman. * = $p < 0,05$.

No grupo HCR, ao realizar o teste de correlação entre as variáveis de treinamento e a tolerância à dor, os resultados não apresentaram correlação estatisticamente significativa ($p > 0,05$) (tabela 7).

Tabela 8. Análises de correlação entre LDPs e tolerância à dor em HCR e MCR, representados pelo coeficiente de correlação de Spearman.

	LDP tibial direito	LDP tibial esquerdo	LDP tendão calcâneo direito	LDP tendão calcâneo esquerdo	LDP região lombar
Tolerância em HCR	0,081	0,028	0,055	0,130	-0,083
Tolerância em MCR	0,424*	0,259	0,231	0,130	0,332

Nota: Rô de Spearman. * = $p < 0,05$.

Ao correlacionar os LDPs e a tolerância à dor, foi visto que houve correlação estatisticamente significativa entre o LDP do músculo tibial direito e tolerância de forma positiva no grupo MCR ($\rho = 0,424$; $p < 0,05$). Foi realizada regressão linear simples para investigar se aumentar a tolerância à dor influencia no aumento do LDP do músculo tibial direito, mas os resultados não mostraram influência estatística significativa ($F(1,30) = 3,909$, $p = 0,057$) (tabela 8).

4 DISCUSSÃO

Os principais achados desse estudo mostram que (1) os HCR apresentam maior tempo de prática, maiores volumes semanais e maiores velocidades em seus treinamentos que as MCR para as mesmas participações em provas, apesar do tamanho de efeito baixo; (2) O LDP no músculo tibial anterior das MCR aumenta com o maior do tempo de prática

da corrida; (3) já entre os HCR, aumentar a frequência de treinamento se relacionou com a redução dos LDP no músculo tibial anterior, no entanto, não implica influência; (4) a tolerância à dor aumenta com o tempo de prática no grupo de MCR.

4.1 Superfície de corrida e LRC

Cerca de 81% dos corredores preferem o asfalto, seguido pelo concreto. No entanto, não identificamos relação entre o tipo de superfície e o número de lesões. Isso difere de um estudo de caso-controle que encontrou uma maior prevalência de LRC entre corredores que treinavam no asfalto (Pérez-Morcillo et al., 2019). Apesar de nossos resultados, correr no asfalto pode intensificar o estresse no sistema musculoesquelético, devido ao aumento do tempo de contato e do pico de pressão, já que está associado a um elevado número de impactos na aterrissagem, e embora esses impactos não sejam extremos, o número de impactos potencialmente eleva o risco de LRC (Ferro-Sánchez et al., 2023). Uma possível explicação para essa discrepância é que os corredores de curtas distâncias não estão sujeitos a altos volumes de treinamento. O concreto foi a segunda superfície mais escolhida, e é recomendável que os corredores treinem em uma variedade de pisos, e a corrida em concreto pode ser reservada para competições em que ele seja predominante, pois treinos extensos nessa superfície podem aumentar o risco de lesões (Ferro-Sánchez et al., 2023). As superfícies podem variar em termos de planicidade, rigidez e/ou elasticidade, o que pode alterar a biomecânica da corrida. No entanto, a relação entre as diferentes superfícies e o risco de LRC ainda não é conclusiva (Zhou et al., 2023).

4.2 Número de calçados e tempo de troca

Além da superfície de corrida, a condição do tênis também é uma variável importante. Cada corredor possui, em média, dois pares de tênis, mas isso não está relacionado ao número de lesões. Em nossa pesquisa, descobrimos que 91% dos corredores trocam seus tênis quando estão desgastados, e o intervalo de troca não está ligado a um aumento no número de lesões. A troca de tênis devido ao desgaste é comum entre os corredores e pode influenciar o desenvolvimento de LRC devido às adaptações cinemáticas do corredor a tênis desgastados (Ferro-Sánchez et al., 2023). Em geral, os corredores consideram o tênis um componente essencial para o conforto e a prevenção de lesões (Agresta et al., 2020; Dhillon et al., 2020). No entanto, apesar de o tênis ser frequentemente visto como um fator de risco para lesões relacionadas à corrida, as

evidências empíricas não apoiam essa percepção, o que está alinhado com nossas descobertas (Ramsey et al., 2022).

Outra pesquisa examinou o design de calçados e sua influência na biomecânica da corrida e no risco de lesões. O que sugere que, na ausência de um paradigma claramente apoiado, os profissionais de saúde devem recomendar calçados que sejam leves, confortáveis e tenham tecnologia mínima de controle de pronação, já que uma pronação excessiva pode causar uma maior atividade dos músculos tibial anterior (TA) e sóleo (SO) para minimizar a pronação excessiva (Naderi et al., 2020; Sun et al., 2020.). Isso tem implicações práticas significativas para a seleção de calçados por corredores e para os profissionais de saúde que aconselham sobre essa seleção (Agresta et al., 2020).

4.3 Variáveis de treinamento e LRC

Tempo de prática, volume semanal e velocidade foram maiores para o sexo masculino. O volume de treinamento semanal foi maior para HCR, mas não se associou com número de lesões prévias, discordando do achado que associa volumes de treinamento semanais acima de 20 km/sem a risco aumentado de LRC, o que pode implicar que corredores não devem reduzir sua distância semanal de corrida para um nível inferior a 20 km/sem como prevenção, já que dependeria de outros fatores associados como frequência e velocidade de treinamento, mas esses resultados ainda são conflitantes (Mousavi et al., 2021; Ramskov et al., 2022).

Apesar de alguns estudos mostrarem que aumentar o volume semanal de treinamento, assim como o ritmo da corrida são fatores de risco para ocorrer LRC (Boullousa, Esteve-Lanao, Casado, Peyré-Tartaruga, Da Rosa, et al., 2020; Kluitenberg et al., 2015), não houve relação entre variáveis volume semanal de treinamento e velocidade com número de lesões prévias entre corredores. Em linha com o nosso estudo, foi visto que a progressão da intensidade e do volume de corrida não foram associados com aumento da frequência de LRC (Ramskov et al., 2018). As evidências ainda são conflitantes, já que se acredita que aumentos excessivos no ritmo e no volume de corrida são fatores que contribuem para o desenvolvimento de LRC, embora essa relação não tenha sido identificada em 24 semanas de treinamento com progressão de ritmo e volume semanal (Ramskov et al., 2022).

Em relação à velocidade, observou-se que os homens, independentemente da idade, tendem a correr mais rápido do que as mulheres (Thuany, Knechtle, et al., 2021).

A escolha de uma estratégia de ritmo de corrida adequada pode ser essencial para o sucesso em uma competição, e a modificação dos estímulos de velocidade pode reduzir o risco potencial de LRC (Cuk et al., 2019).

Ainda que os HCR tenham volumes e intensidades de treinamento e competição maiores, isso não foi associado ao sexo em relação à experiência de dor. Isso contrasta com outros estudos que mostraram que as MCR, ao competirem em distâncias de 10 km ou menos, têm um risco aumentado de LRC em comparação com os HCR (Hollander et al., 2021).

No entanto, quanto maior o tempo de prática entre os HCR, maior o número de lesões, diferente do que foi visto em um estudo de 14 semanas de treinamento com progressão de volume e intensidade em que os corredores mais experientes apresentaram baixa incidência de LRC (Damsted et al., 2019). Foi visto em outro estudo que praticantes recreacionais que tinham até um ano de prática de corrida apresentaram 1,3 vezes mais lesões que corredores recreacionais que tinham mais de um ano de prática (Kemler et al., 2018).

À medida que aumenta o tempo de prática da corrida, eles tendem a aumentar o volume e a frequência de seus treinamentos. Esse fato pode levar a um aumento no número de lesões, possivelmente, devido ao excesso de treinamento, um fator-chave nas LRC, conforme indicado em estudos recentes (Kakouris et al., 2021; van Poppel et al., 2021; Willwacher et al., 2022). Além disso, é esperado que a velocidade e a quilometragem percorrida aumentem com o tempo, o que também pode predispor a lesões (Torres et al., 2020).

É interessante notar que os resultados são observados em HCR, mas não em MCR. Assim como em nosso estudo, outras evidências apontam que os homens tendem a treinar com maior intensidade e volume (Cuk et al., 2019; De Jonge et al., 2020; Hollander et al., 2021), isso poderia explicar o maior número de diferentes tipos de lesões relatadas (Torres et al., 2020). Essa tendência é refletida nos ritmos de corrida: o ritmo médio masculino para corridas de 10 km é de 5:51, 3% mais lento do que para meia maratona, e para 5 km, é de 7:04, 25% mais lento. Em contraste, o ritmo médio feminino para 10 km é de 6:58, 9% mais lento do que para meia maratona, e para 5 km é de 8:18, 30% mais lento (International Association of Athletics Federations).

Com isso, quando os estudos comparam os sexos, as mulheres parecem estar em menor risco de sofrer LRC (Van Der Worp et al., 2015). Isso pode ser devido ao fato de que, embora os homens corredores treinem maiores volume para participação nas mesmas provas que as mulheres, ou seja, maior quilometragem e frequência semanal, com foco no desempenho esportivo (Torres et al., 2020), as mulheres podem estar adotando uma abordagem mais equilibrada para o treinamento que reduz o risco de lesões.

4.4 Variáveis de treinamento e LDPs

Os nossos achados apontam que quanto maior o tempo de prática, menor a percepção da dor no músculo tibial anterior direito e esquerdo em MCR, o que reflete uma possível habituação da via de dor (Zheng et al., 2021).

As experiências de dor no esporte podem não apenas ter influências negativas na percepção da dor, como foi demonstrado em cirurgias, traumas ou tratamentos crônicos de terapia intensiva, mas também experiências de dor em um contexto positivo, como as modalidades de resistência, que podem até aumentar os limiares de tolerância à dor e tornar mais eficiente o processamento de estímulos nociceptivos no cérebro (Geisler et al., 2021).

No entanto, ao considerar que a dor é um sinal de alerta, o fato de reduzir a percepção da dor pode favorecer um maior risco de LRC, como a periostite, que inicia com dor na região anterior da perna e, se não respeitada, pode levar a fratura por estresse. Por apresentarem maior estresse tibial e maior tensão na região, as MCR precisam realizar intervenções para reduzir o nível de estresse na região, regulando as cargas impostas durante o treinamento com progressões mais lentas, principalmente na transição da caminhada para a corrida (Meardon et al., 2021). A influência encontrada entre o tempo de prática e o TA em nossos resultados, apontam justamente que a progressão nas variáveis de treinamento em um ano de prática da corrida é satisfatória para que ocorra proteção ao tecido, sem se relacionar com o aumento no número de lesões.

Nos HCR, encontramos uma relação negativa entre a frequência semanal de treinamento e o LDP no TA, ou seja, quanto maior a frequência semanal de treinamento, menores são os LDP encontrados no TA. Isso sugere que a ausência de um intervalo adequado entre as sessões de treinamento, sem tempo suficiente para a recuperação do tecido, pode levar a lesões por *overuse*. Ocorrendo geralmente devido a cargas submáximas repetitivas no sistema musculoesquelético, que impedem a ocorrência de

adaptação estrutural (Igolnikov et al., 2018a; Messier et al., 2018; Ristolainen et al., 2010). No entanto, essa relação não foi associada ao número de lesões prévias.

As variáveis de treinamento não apresentaram influência nos LDPs do TC em homens e em mulheres. O TC, é forte e espesso, e é uma das regiões mais sobrecarregadas na corrida, e a tendinopatia de Aquiles é uma das lesões mais comuns na corrida (Francis et al., 2020; Mansur et al., 2020; Sgadari et al., 2023). Justamente por apresentar essas características, estudos em corredores de longas distâncias apontam maior impacto de cargas com alterações na espessura do tendão em resposta à corrida prolongada, mesmo antes de aparecer a dor, corredores recreacionais e competitivos apresentam alterações estruturais, que aumentam o risco de dor dentro de um ano (Cushman et al., 2021; Scott et al., 2022). Muito provavelmente esse fato justifique não ocorrer alterações no TC, já que se trata de corredores recreacionais de curtas distâncias.

Assim como o TC, a RL também não se relacionou com as variáveis de treinamento, os achados mostram a prevalência e a incidência da dor lombar entre corredores parecem baixos quando comparado a outros locais (Maselli et al., 2020). Em um estudo que avaliou corredores recreacionais de 10, 21 e 42 km, e foi visto que, além de baixa prevalência de dor lombar, não se relacionava com as distâncias percorridas (Besomi et al., 2019). Os principais fatores extrínsecos que se relacionaram com LRC são alto nível competitivo, mais de 6 anos de experiência em corrida (Malliaropoulos et al., 2015), diferente do que encontramos em nosso estudo.

Para a prevenção de lesões e tratamento na região lombar, o exercício aeróbico, como a corrida, se torna um aliado, já que apresenta baixa prevalência de lesões e ainda promove um efeito protetivo para a região (Maselli et al., 2020).

4.5 Variáveis de treinamento e tolerância à dor

A tolerância das MCR aumenta com o tempo de prática, assim como alterações positivas nos LDPs. Diferente do que foi observado em um teste isquêmico, onde a classificação de dor permaneceu constante após o treinamento, sugerindo que a sensibilidade à dor não foi alterada, mas um nível semelhante de dor foi tolerado por mais tempo (O'Leary et al., 2017a).

Um estudo mostrou que atletas de elite, ao se exporem repetidamente à dor de baixa intensidade, desenvolveram maior tolerância física e mental à dor (Zeller et al., 2018). Este fenômeno não é restrito apenas à dor de baixa intensidade, mas também é

observado em situações de alta intensidade (Jones et al., 2014; O’Leary et al., 2017b). Outro achado interessante é que atletas de elite apresentaram respostas neurais reduzidas à antecipação da estimulação da dor de baixa intensidade em comparação com não atletas. Isso sugere que a experiência repetitiva anterior de dor de baixa intensidade pode alterar o processamento central da dor (Geisler et al., 2019).

Essa evidência que a corrida pode influenciar na tolerância à dor independentemente da doença, fornece uma visão importante sobre populações clínicas com baixa tolerância e, nesses pacientes, por meio do treinamento aeróbico pode proporcionar maiores benefícios clínicos (Jones et al., 2014, 2016).

4.6 Limitações do estudo e aplicações clínicas

O nosso estudo foi o primeiro a abordar a tolerância à dor em praticantes de corrida recreacionais. As limitações que o estudo apresenta, se dá pelo fato de não realizar o acompanhamento dos participantes, já que permanecem com o hábito da corrida e identificar a incidência de lesões, além de verificar ao longo do tempo o que ocorre com a sensibilidade à dor nesses praticantes. O que sugere que estudos futuros abordem praticantes recreacionais de provas de longas distâncias em comparação com curtas distâncias para verificar as diferenças nas variáveis de treinamento podem alterar de forma positiva a tolerância e os limiares de dor por pressão nessa população. Entender o que acontece com essa população é crucial para minimizar lesões. Apesar de todos os benefícios que estão associados a prática regular da corrida, as lesões apresentam altos índices nessa modalidade, promovendo o afastamento, redução na qualidade de vida e acaba se tornando uma situação financeira, emocional e problemática para essa população (Messier et al., 2018). Um programa de prevenção de lesões, com uma abordagem multidisciplinar, como uma reabilitação preventiva em combinação com um gerenciamento de cargas de treinamento e uma intervenção baseada em educação é fundamental para reduzir o afastamento da prática da corrida (Linton; Valentin, 2020).

5 CONCLUSÃO

HCR apresentam mais tempo de prática, maiores volumes semanais e maiores velocidades que MCR para participações em provas de curtas distâncias. Quanto maior o tempo de prática da corrida maior o número de lesões em HCR. Em MCR, o maior tempo de prática, mostrou maiores LDP no músculo tibial anterior e maior tolerância à dor. Os HCR apresentam limiares no músculo tibial anterior mais baixos quando aumentam a

frequência de treinamentos semanais. A maioria dos fatores de risco que estão relacionados ao treinamento não apresentou relação com o número de lesões, assim como os limiares de dor também não se relacionam de forma positiva e nem de forma negativa com o número de lesões em praticantes recreacionais de curtas distâncias.

REFERÊNCIAS

- Agresta, C., Peacock, J., Carmichael, A., Nielsen, K. E., Zendler, J., & Gonzalez, R. (2020). The perception of ride is multidimensional for running footwear. *Footwear Science*, *12*(1), 15–24. <https://doi.org/10.1080/19424280.2019.1706645>
- Baiamonte, B. A., Kraemer, R. R., Chabreck, C. N., Reynolds, M. L., McCaleb, K. M., Shaheen, G. L., & Hollander, D. B. (2017). Exercise-induced hypoalgesia: Pain tolerance, preference and tolerance for exercise intensity, and physiological correlates following dynamic circuit resistance exercise. *Journal of Sports Sciences*, *35*(18), 1831–1837. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1239833>
- Belavy, D. L., Van Oosterwijk, J., Clarkson, M., Dhondt, E., Mundell, N. L., Miller, C. T., & Owen, P. J. (2021). Pain sensitivity is reduced by exercise training: Evidence from a systematic review and meta-analysis. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* (Vol. 120, pp. 100–108). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.11.012>
- Besomi, M., Leppe, J., Mauri-Stecca, M. V., Hooper, T. L., & Sizer, P. S. (2019). Training volume and previous injury as associated factors for running-related injuries by race distance: A cross-sectional study. *Journal of Human Sport and Exercise*, *14*(3), 549–559. <https://doi.org/10.14198/JHSE.2019.143.06>
- Boullosa, D., Esteve-Lanao, J., Casado, A., Peyré-Tartaruga, L. A., Da Rosa, R. G., & Del Coso, J. (2020). Factors affecting training and physical performance in recreational endurance runners. In *Sports* (Vol. 8, Issue 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/sports8030035>
- Boullosa, D., Esteve-Lanao, J., Casado, A., Peyré-Tartaruga, L. A., Gomes da Rosa, R., & Del Coso, J. (2020). Factors Affecting Training and Physical Performance in Recreational Endurance Runners. *Sports*, *8*(3), 35. <https://doi.org/10.3390/sports8030035>
- Ceyskens, L., Vanelderen, R., Barton, C., Malliaras, P., & Dingenen, B. (2019). Biomechanical Risk Factors Associated with Running-Related Injuries: A Systematic Review. In *Sports Medicine* (Vol. 49, Issue 7, pp. 1095–1115). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01110-z>
- Cimpean, A., & David, D. (2019). The mechanisms of pain tolerance and pain-related anxiety in acute pain. *Health Psychology Open*, *6*(2). <https://doi.org/10.1177/2055102919865161>
- Cuk, I., Nikolaidis, P. T., Markovic, S., & Knechtle, B. (2019). Age differences in pacing in endurance running: Comparison between marathon and half-marathonMen and Women. *Medicina (Lithuania)*, *55*(8). <https://doi.org/10.3390/medicina55080479>
- Cushman, D. M., Petrin, Z., Eby, S., Clements, N. D., Haight, P., Snitily, B., & Teramoto, M. (2021). Ultrasound evaluation of the patellar tendon and Achilles tendon and its association with future pain in distance runners. *Physician and Sportsmedicine*, *49*(4), 410–419. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1847004>

- Damsted, C., Parner, E. T., Sørensen, H., Malisoux, L., & Nielsen, R. O. (2019). ProjectRun21: Do running experience and running pace influence the risk of running injury—A 14-week prospective cohort study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(3), 281–287. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.08.014>
- De Jonge, J., Balk, Y. A., & Taris, T. W. (2020). Mental recovery and running-related injuries in recreational runners: The moderating role of passion for running. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph17031044>
- DESANTANA, 2020_DEFINIÇÃO DE DOR. (n.d.).
- Dhillon, G. K., Hunt, M. A., Reid, A. L., & Esculier, J. F. (2020). What are the perceptions of runners and healthcare professionals on footwear and running injury risk? *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 6(1). <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-000767>
- Diotaiuti, P., Rodio, A., Corrado, S., Mancone, S., Bellizzi, F., Siqueira, T. C., & Andrade, A. (2022). Perceived Pain in Athletes: A Comparison between Endurance Runners and Powerlifters through a Cold Experimental Stimulation and Two Sessions of Various Physical Activation. *Sports*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/sports10120211>
- Eckenrode, B. J., Kietrys, D. M., & Stackhouse, S. K. (2019a). PAIN SENSITIVITY IN CHRONIC ACHILLES TENDINOPATHY. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(6), 945–956. <https://doi.org/10.26603/ijspt20190945>
- Eckenrode, B. J., Kietrys, D. M., & Stackhouse, S. K. (2019b). PAIN SENSITIVITY IN CHRONIC ACHILLES TENDINOPATHY. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(6), 945–956. <https://doi.org/10.26603/ijspt20190945>
- Evans, R. J., Moffit, T. J., Mitchell, P. K., & Pamukoff, D. N. (2023). Injury and performance related biomechanical differences between recreational and collegiate runners. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1268292>
- Ferro-Sánchez, A., Martín-Castellanos, A., de la Rubia, A., García-Aliaga, A., Hontoria-Galán, M., & Marquina, M. (2023). An Analysis of Running Impact on Different Surfaces for Injury Prevention. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(14). <https://doi.org/10.3390/ijerph20146405>
- Francis, P., Thornley, I., Jones, A., & Johnson, M. I. (2020). Pain and function in the runner a ten (Din) uous link. *Medicina (Lithuania)*, 56(1). <https://doi.org/10.3390/medicina56010021>
- Geisler, M., Eichelkraut, L., Miltner, W. H. R., & Weiss, T. (2019). Expectation of exercise in trained athletes results in a reduction of central processing to nociceptive stimulation. *Behavioural Brain Research*, 356, 314–321. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2018.08.036>
- Geisler, M., Ritter, A., Herbsleb, M., Bär, K. J., & Weiss, T. (2021). Neural mechanisms of pain processing differ between endurance athletes and nonathletes: A functional connectivity magnetic resonance imaging study. *Human Brain Mapping*, 42(18), 5927–5942. <https://doi.org/10.1002/hbm.25659>

- Hainline, B., Turner, J. A., Caneiro, J. P., Stewart, M., & Lorimer Moseley, G. (2017). Pain in elite athletes - Neurophysiological, biomechanical and psychosocial considerations: A narrative review. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 51, Issue 17, pp. 1259–1264). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097890>
- Hespanhol Junior, L. C., Costa, L. O. P., Carvalho, A. C. A., & Lopes, A. D. (n.d.). Artigo originAl A description of training characteristics and its association with previous musculoskeletal injuries in recreational runners: a cross-sectional study. *Rev Bras Fisioter*, *16*(1), 46–53.
- Hollander, K., Rahlf, A. L., Wilke, J., Edler, C., Steib, S., Junge, A., & Zech, A. (2021). Sex-Specific Differences in Running Injuries: A Systematic Review with Meta-Analysis and Meta-Regression. In *Sports Medicine* (Vol. 51, Issue 5, pp. 1011–1039). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01412-7>
- Igolnikov, I., Gallagher, R. M., & Hainline, B. (2018a). Sport-related injury and pain classification. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 158, pp. 423–430). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63954-7.00039-2>
- Igolnikov, I., Gallagher, R. M., & Hainline, B. (2018b). Sport-related injury and pain classification. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 158, pp. 423–430). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63954-7.00039-2>
- Jones, M. D., Booth, J., Taylor, J. L., & Barry, B. K. (2014). Aerobic training increases pain tolerance in healthy individuals. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *46*(8), 1640–1647. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000273>
- Jones, M. D., Taylor, J. L., Booth, J., & Barry, B. K. (2016). Exploring the mechanisms of exercise-induced hypoalgesia using somatosensory and laser evoked potentials. *Frontiers in Physiology*, *7*(NOV). <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00581>
- Kakouris, N., Yener, N., & Fong, D. T. P. (2021). A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. In *Journal of Sport and Health Science* (Vol. 10, Issue 5, pp. 513–522). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.04.001>
- Kemler, E., Blokland, D., Backx, F., & Huisstede, B. (2018). Differences in injury risk and characteristics of injuries between novice and experienced runners over a 4-year period. *Physician and Sportsmedicine*, *46*(4), 485–491. <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1507410>
- Kluitenberg, B., van Middelkoop, M., Diercks, R., & van der Worp, H. (2015). What are the Differences in Injury Proportions Between Different Populations of Runners? A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Sports Medicine* (Vol. 45, Issue 8, pp. 1143–1161). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0331-x>
- Kuithan, P., Heneghan, N. R., Rushton, A., Sanderson, A., & Falla, D. (2019). Lack of Exercise-Induced Hypoalgesia to Repetitive Back Movement in People with Chronic Low Back Pain. *Pain Practice*, *19*(7), 740–750. <https://doi.org/10.1111/papr.12804>
- Kunene, S. H., Ramklass, S., & Taukobong, N. P. (2019). Anterior knee pain and its extrinsic risk factors among runners in under-resourced communities in Ekurhuleni, Gauteng,

South Africa. *South African Journal of Sports Medicine*, 31(1).
<https://doi.org/10.17159/2078-516X/2019/v31i1a6090>

- Lopes, A. D., Mascarinas, A., & Hespanhol, L. (2023). Are alterations in running biomechanics associated with running injuries? A systematic review with meta-analysis. In *Brazilian Journal of Physical Therapy* (Vol. 27, Issue 4). Revista Brasileira de Fisioterapia. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2023.100538>
- Malliaropoulos, N., Mertyri, D., & Tsaklis, P. (2015). Prevalence of Injury in Ultra Trail Running. *Human Movement*, 16(2), 52–59. <https://doi.org/10.1515/humo-2015-0026>
- Mansur, N. S. B., Fonseca, L. F., Matsunaga, F. T., Baumfeld, D. S., Nery, C. A. D. S., & Tamaoki, M. J. S. (2020). Achilles Tendon Lesions - Part 1: Tendinopathies. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 55(6), 657–664. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1702953>
- Markoti, V., Pokraji, V., Babi, M., Radanevi, D., Grle, M., Miljko, M., Kosovi, V., Juri, I., & Karlovi Vidakovi, M. (2020). THE POSITIVE EFFECTS OF RUNNING ON MENTAL HEALTH. In *Psychiatria Danubina* (Vol. 32).
- Maselli, F., Storari, L., Barbari, V., Colombi, A., Turolla, A., Gianola, S., Rossetini, G., & Testa, M. (2020). Prevalence and incidence of low back pain among runners: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03357-4>
- Meardon, S. A., Derrick, T. R., Willson, J. D., Baggaley, M., Steinbaker, C. R., Marshall, M., & Willy, R. W. (2021). Peak and Per-Step Tibial Bone Stress During Walking and Running in Female and Male Recreational Runners. *American Journal of Sports Medicine*, 49(8), 2227–2237. <https://doi.org/10.1177/03635465211014854>
- Messier, S. P., Martin, D. F., Mihalko, S. L., Ip, E., DeVita, P., Cannon, D. W., Love, M., Beringer, D., Saldana, S., Fellin, R. E., & Seay, J. F. (2018). A 2-Year Prospective Cohort Study of Overuse Running Injuries: The Runners and Injury Longitudinal Study (TRAILS). *American Journal of Sports Medicine*, 46(9), 2211–2221. <https://doi.org/10.1177/0363546518773755>
- Mousavi, S. H., Hijmans, J. M., Minoonejad, H., Rajabi, R., & Zwerver, J. (2021). Factors associated with lower limb injuries in recreational runners: A cross-sectional survey including mental aspects and sleep quality. *Journal of Sports Science and Medicine*, 20(2), 204–215. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.204>
- Naderi, A., Moen, M. H., & Degens, H. (2020). Is high soleus muscle activity during the stance phase of the running cycle a potential risk factor for the development of medial tibial stress syndrome? A prospective study. *Journal of Sports Sciences*, 2350–2358. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1785186>
- O’Leary, T. J., Collett, J., Howells, K., & Morris, M. G. (2017a). High but not moderate-intensity endurance training increases pain tolerance: a randomised trial. *European Journal of Applied Physiology*, 117(11), 2201–2210. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3708-8>
- O’Leary, T. J., Collett, J., Howells, K., & Morris, M. G. (2017b). High but not moderate-intensity endurance training increases pain tolerance: a randomised trial. *European*

Journal of Applied Physiology, 117(11), 2201–2210. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3708-8>

- Oswald, F., Campbell, J., Williamson, C., Richards, J., & Kelly, P. (2020). A scoping review of the relationship between running and mental health. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 17, Issue 21, pp. 1–39). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/ijerph17218059>
- Pérez-Morcillo, A., Gómez-Bernal, A., Gil-Guillen, V. F., Alfaro-Santafé, J., Alfaro-Santafé, J. V., Quesada, J. A., Lopez-Pineda, A., Orozco-Beltran, D., & Carratalá-Munuera, C. (2019). Association between the Foot Posture Index and running related injuries: A case-control study. *Clinical Biomechanics*, 61, 217–221. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.12.019>
- Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X. J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T., & Vader, K. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. In *Pain* (Vol. 161, Issue 9, pp. 1976–1982). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>
- Ramsey, C. A., Lamb, P., & Ribeiro, D. C. (2022). Factors Influencing Runner’s Choices of Footwear. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.829514>
- Ramskov, D., Rasmussen, S., Sørensen, H., Parner, E. T., Lind, M., & Nielsen, R. (2022). Interactions between Running Volume and Running Pace and Injury Occurrence in Recreational Runners: A Secondary Analysis. *Journal of Athletic Training*, 57(6), 557–563. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0165.21>
- Ramskov, D., Rasmussen, S., Sørensen, H., Thorlund, E., Lind, M., Nielsen, R., & Lagerloefsvej, S. (n.d.). *Title page Progression in running intensity or running volume and the development of specific injuries in recreational runners. Run Clever a randomized trial using competing risks.* www.jospt.org
- Ristolainen, L., Heinonen, A., Turunen, H., Mannström, H., Waller, B., Kettunen, J. A., & Kujala, U. M. (2010). Type of sport is related to injury profile: A study on cross country skiers, swimmers, long-distance runners and soccer players. A retrospective 12-month study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(3), 384–393. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00955.x>
- Scott, I., Malliaras, P., Tardioli, A., Hales, S., Morrissey, D., Migliorini, F., & Maffulli, N. (2022). Achilles tendon thickness reduces immediately after a marathon. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03448-z>
- Sgadari, A., Izzo, A., Smeraglia, F., Coviello, A., Patel, S., Mariconda, M., & Bernasconi, A. (2023). Analysis of the 50 Most Cited Articles on Achilles Tendon Injury. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 11(5). <https://doi.org/10.1177/23259671231170846>

- Stevinson, C., Plateau, C. R., Plunkett, S., Fitzpatrick, E. J., Ojo, M., Moran, M., & Clemes, S. A. (2022). Adherence and Health-Related Outcomes of Beginner Running Programs: A 10-Week Observational Study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 93(1), 87–95. <https://doi.org/10.1080/02701367.2020.1799916>
- Sun, X., Lam, W.-K., Zhang, X., Wang, J., & Fu, W. (n.d.). *of the Role of Footwear Constructions in Running Biomechanics: Implications for Running-Related Injury and Performance*. <http://www.jssm.org>
- Tesarz, J., Schuster, A. K., Hartmann, M., Gerhardt, A., & Eich, W. (2012). Pain perception in athletes compared to normally active controls: A systematic review with meta-analysis. *Pain*, 153(6), 1253–1262. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2012.03.005>
- Thuany, M., de Souza, R. F., Hill, L., Mesquita, J. L., Rosemann, T., Knechtle, B., Pereira, S., & Gomes, T. N. (2021). Discriminant analysis of anthropometric and training variables among runners of different competitive levels. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph18084248>
- Thuany, M., Knechtle, B., Rosemann, T., Almeida, M. B., & Gomes, T. N. (2021). Running around the country: An analysis of the running phenomenon among Brazilian runners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph18126610>
- Torres, F. C., Gomes, A. C., & da Silva, S. G. (2020). Characteristics of training and association with injuries in recreational road runners. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 26(5), 410–414. https://doi.org/10.1590/1517-8692202026052020_0045
- Van Der Worp, M. P., Ten Haaf, D. S. M., Van Cingel, R., De Wijer, A., Nijhuis-Van Der Sanden, M. W. G., & Bart Staal, J. (2015). Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences. In *PLoS ONE* (Vol. 10, Issue 2). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114937>
- van Poppel, D., van der Worp, M., Slabbekoorn, A., van den Heuvel, S. S. P., van Middelkoop, M., Koes, B. W., Verhagen, A. P., & Scholten-Peeters, G. G. M. (2021). Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 10(1), 14–28. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.006>
- Willwacher, S., Kurz, M., Robbin, J., Thelen, M., Hamill, J., Kelly, L., & Mai, P. (2022). Running-Related Biomechanical Risk Factors for Overuse Injuries in Distance Runners: A Systematic Review Considering Injury Specificity and the Potentials for Future Research. In *Sports Medicine* (Vol. 52, Issue 8, pp. 1863–1877). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01666-3>
- Zeller, L., Shimoni, N., Vodonos, A., Sagy, I., Barski, L., & Buskila, D. (n.d.). *Pain sensitivity and athletic performance Fax: +972-073898135*. <https://doi.org/10.1101/514224>

Zheng, K., Chen, C., Yang, S., & Wang, X. (2021). Aerobic Exercise Attenuates Pain Sensitivity: An Event-Related Potential Study. *Frontiers in Neuroscience, 15*. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.735470>

Zhou, W., Yin, L., Jiang, J., Zhang, Y., Hsiao, C. P., Chen, Y., Mo, S., & Wang, L. (2023). Surface effects on kinematics, kinetics and stiffness of habitual rearfoot strikers during running. *PLoS ONE, 18*(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283323>

THAYSA PASSOS NERY CHAGAS

**DOR E LESÕES E A SUA RELAÇÃO COM TOLERÂNCIA E
SENSIBILIDADE À DOR DE CORREDORES RECREACIONAIS
DE PROVAS DE CURTAS E LONGAS DISTÂNCIAS**

Este artigo tem por intenção a publicação na
revista científica Journal of Sport and Health
Science, Qualis A1 para a Ciências Biológicas
II.

Orientadora: Profa. Dra. Josimari Melo de Santana

**SÃO CRISTÓVÃO
2024**

DOR E LESÕES E A SUA RELAÇÃO COM TOLERÂNCIA E SENSIBILIDADE À DOR DE CORREDORES RECREACIONAIS DE PROVAS DE CURTAS E LONGAS DISTÂNCIAS

*Thaysa Passos Nery Chagas
Josimari Melo DeSantana*

RESUMO

Introdução: A corrida é um esporte popular globalmente, com um aumento no número de participantes recreativos que buscam bem-estar, saúde e performance. No entanto, a busca por melhores tempos e maiores distâncias pode levar a dor e lesões, afastando o praticante dos benefícios inerentes ao esporte. **Objetivo:** investigar a relação da dor e lesões com a tolerância e sensibilidade à dor em corredores recreacionais de provas de curtas e longas distâncias, além de verificar a influência da paixão obsessiva em variáveis de treinamento, sensibilidade e tolerância a dor. **Metodologia:** Trata-se de um estudo observacional transversal que teve a participação de 57 homens, que foram divididos em três grupos: 18 participantes no grupo corrida de curtas distâncias (GCD) (≥ 10 km), 21 participantes no grupo corrida de longas distâncias (CLD) (>10 km), e 18 participantes no grupo não-corredores (GNC). Questionários foram utilizados para identificar a rotina de treinamento, caracterizar a amostra e coletar informações sobre variáveis de treinamento e dor. Foram realizados testes de somação temporal, modulação condicionada da dor e limiares de dor por pressão. **Resultados:** os corredores de longas e curtas distâncias não apresentaram diferenças na tolerância à dor, mas o grupo de corredores de longas distâncias apresentou maior tolerância à dor do que não praticantes ($z = 2,897; p < 0,05, r = 0,46$); ser mais apaixonado de forma obsessiva pela modalidade não aumenta a tolerância à dor; os corredores de curtas distâncias mais apaixonados (de forma obsessiva) apresentaram maior número de lesões ($\rho = 0,599, p < 0,01$); a modulação condicionada da dor não apresentou efeitos positivos em corredores de longas distâncias; participar de provas de longas ou curtas distâncias não afeta os limiares de dor na tíbia e no joelho. **Conclusão:** Corredores de longa distância tendem a ser mais tolerantes à dor. Por outro lado, corredores de curta distância, que são mais apaixonados pela corrida, apresentam maior número de lesões, e a velocidade do treinamento também influencia o número de lesões. Participar de provas de curta ou longa distância não afeta a hiperalgesia mecânica na tíbia e no joelho. No entanto, limiares de dor mais altos estão associados a maior tolerância à dor na tíbia em corredores de curta distância.

Palavras-chave: Corrida; dor; lesões; treinamento; paixão.

ABSTRACT

Introduction: Running is a popular sport globally, with an increase in the number of recreational participants seeking well-being, health and performance. However, the search for better times and greater distances can lead to pain and injuries, removing the practitioner from the benefits inherent to the sport. **Objective:** to investigate the relationship between pain and injuries with pain tolerance and sensitivity in recreational runners in short and long distance races, in addition to verifying the influence of obsessive passion on training variables, sensitivity and pain tolerance. **Methodology:** This is a cross-sectional observational study involving 57 men, who were divided into three groups: short-distance running (GCD) group (≥ 10 km), long-distance running (CLD) group (>10 km), and non-runners group (GNC). Questionnaires were used to identify the training routine, characterize the sample and collect information on training and pain variables. Temporal summation, conditioned pain modulation and pressure pain threshold tests were performed. **Results:** long- and short-distance runners showed no differences in pain tolerance, but the group of long-distance runners showed greater pain tolerance than non-runners ($z = 2.897$; $p < 0.05$, $r = 0.46$); being more obsessively passionate about the sport does not increase pain tolerance; the most obsessively passionate runners had a higher number of injuries in short-distance runners ($p = 0.599$, $p < 0.01$); conditioned pain modulation did not show positive effects in long-distance runners; Participating in long or short distance races does not affect pain thresholds in the tibia and knee. **Conclusion:** Long-distance runners tend to be more tolerant of pain. On the other hand, short-distance runners, who are more passionate about running, have a greater number of injuries, and the speed of training also influences the number of injuries. Participating in short or long distance races does not affect mechanical hyperalgesia in the tibia and knee. However, higher pain thresholds are associated with greater tolerance to tibia pain in short-distance runners.

Keywords: running; pain; injuries; training; passion.

1 INTRODUÇÃO

A corrida é uma das modalidades esportivas mais praticadas em todo o mundo (Lopes et al., 2023). Com isso, atualmente tem crescido o número de participantes recreacionais, que, além da busca pelo bem-estar e saúde, também visam performance (Smyth et al., 2022). Muitas vezes, essa busca por melhores tempos de prova e maiores distâncias percorridas pode ser acompanhada por dor e lesões, o que afasta o praticante de todos os benefícios que são inerentes à modalidade (DeJong et al., 2021; Fokkema et al., 2023). Cerca de 70% das lesões que estão associadas à corrida se relacionam com excesso de treinamentos e competições (*overuse*) (Kakouris et al., 2021).

Sabemos que, quando se trata da população em geral, o fato de ser ativo colabora com maior tolerância, ou seja, a quantidade máxima que uma pessoa pode suportar a dor quando comparado a sedentários (Årnes et al., 2023). No entanto, a literatura atual não apresenta informações consistentes de como os mecanismos que podem levar a diferenças na percepção e na tolerância à dor em atletas de resistência (Tesarz et al., 2012; Zeller et al., 2019).

Várias hipóteses foram propostas, tal como a exposição repetitiva para dor de baixa intensidade podendo induzir tolerância física e mental à dor ou que o aumento da sensibilidade do barorreflexo pode influenciar a tolerância à dor (Geisler et al., 2021). No entanto, quando se trata de praticantes recreacionais, o incentivo e a motivação de forma exacerbada à prática da corrida pode levar a comportamentos extremamente competitivos, numa tentativa de melhorar sempre a performance, levando a atitudes semelhantes a atletas, trocando o lazer e saúde como objetivo principal por desempenho e podium (Chagas & DeSantana, 2023). Por definição, o praticante recreacional pode incluir qualquer corredor que treine e compita regularmente por lazer, independentemente do nível de desempenho, objetivos específicos, que acabam contrastando com a rotina de atletas, já que apresentam horários limitados para treinar ou adaptados em função das atividades do dia a dia (Goston & Mendes, 2011).

Além disso, espera-se que a maioria dos corredores recreativos não possua vantagens genéticas e características físicas, fisiológicas e psicológicas dos atletas (Boullousa et al., 2020). Apesar dessas características, o maior envolvimento com a corrida influenciados, muitas vezes, pela paixão à modalidade, está colaborando para que esse

grupo de corredores passem a assumir um comportamento mais obsessivo, muitas vezes, acelerando a participação em provas mais longas, assim como velocidades mais altas, o que dificulta a aquisição de processos adaptativos positivos, aumentando o risco de dor e lesões por excesso de treinamentos e competições (Mousavi et al., 2021; St-Cyr et al., 2021a). A paixão pela modalidade pode ser a força motivacional ou “impulso” para desenvolver a determinação necessária e explicar a vontade de suportar o desconforto e dor (Curran et al., 2015; Mauger, 2014).

Ao realizar a corrida, principalmente com maior frequência semanal, maior velocidade e maiores volumes de treinamento e distâncias percorridas, o praticante pode apresentar sobrecarga no sistema musculoesquelético, causada por repetidos microtraumas sem um único evento identificável (Ristolainen et al., 2010; Sanz-López et al., 2017; van Poppel et al., 2021a). Diante dessa situação, as regiões mais sobrecarregadas podem sofrer adaptação neural positiva, que é o que se espera da prática esportiva, ou seja, habituação da via dolorosa, fazendo com que o praticante reduza a sensibilidade à dor (van der Miesen et al., 2023), resultante da repetição dos estímulos da corrida. Isso sugere que a habituação das respostas à dor é, pelo menos em parte, mediada pelo aumento da atividade antinociceptiva central, realizando diminuição das respostas a estímulos nociceptivos nas regiões de processamento da dor, incluindo o tálamo, a ínsula, o córtex somatossensorial e o putâmen (De Paepe et al., 2019).

No entanto, essa adaptação também pode ser negativa, já que pode aumentar a responsividade e ocasionar a redução do limiar de neurônios nociceptivos de forma periférica e central em seus campos receptivos, como os estímulos provenientes de mecanorreceptores de baixo limiar e inflamação promovida pelo exercício (Bodes Pardo et al., 2018; Dickie et al., 2017). Essa adaptação negativa, normalmente é causada por fatores como estresse contínuo e carga que excede a capacidade do tecido, colaborando para redução do limiar nociceptivo mecânico, suficiente para tornar dolorosas as demandas mecânicas normais do esporte (Hainline et al., 2017), o que podemos entender como sensibilização do sistema nervoso, já que foi proposto para explicar problemas musculoesqueléticos crônicos e os seus mecanismos podem ser centrais ou periféricos, contribuindo para o aumento do impulso nociceptivo, além daquele observado na lesão tecidual típica, aumentando a capacidade de resposta à entrada aferente normal ou sublimiar (Eckenrode et al., 2023).

Os poucos estudos que examinaram os mecanismos de dor em praticantes de corrida, normalmente acontecem em dois momentos: um em pacientes com lesão e/ou dor crônica e o outro mostrando hipotalgesia induzida pelo exercício agudo (Agnew et al., 2018a). Além disso, evidências mínimas sustentam que alterações biomecânicas da corrida estão associadas com lesões (Lopes et al., 2023). Em praticantes saudáveis, que apresentam rotinas de treinamento, esse é o primeiro estudo a investigar a relação da dor e lesões com a tolerância e sensibilidade à dor em corredores recreacionais de provas de curtas e longas distâncias, além de verificar a influência da paixão obsessiva em variáveis de treinamento, sensibilidade e tolerância à dor. A hipótese é que corredores de longas distâncias estariam mais propensos a apresentarem mais relatos de dor, maior número de lesões, maior sensibilidade a dor, apesar da maior tolerância em comparação com corredores de curtas distâncias e sedentários, e isso se dá por serem mais apaixonados de forma obsessiva pela modalidade e pelo aumento de volume de treinamento em função das provas mais longas.

2 MÉTODO

2.1 Delineamento do estudo

Este estudo observacional transversal foi realizado de acordo com a declaração do Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) (von Elm et al., 2014). As coletas foram iniciadas em junho de 2022 e finalizadas em julho de 2023. As avaliações aconteceram no Laboratório de Pesquisa em Neurociência (LAPENE), localizado na Universidade Federal de Sergipe.

As avaliações do estudo foram realizadas pela mesma avaliadora, que recebeu treinamento para realizar as avaliações de forma consistente. Os participantes chegaram ao local no período da tarde, 48 horas do último treinamento e sem o uso de cafeína ou medicamentos para alívio da dor. O laboratório apresentava temperatura padrão de 20 °C e uma única avaliadora, devidamente treinada, realizou todas as avaliações para garantir consistência, com o auxílio de uma segunda avaliadora para anotação das informações coletadas. Inicialmente, os participantes foram informados sobre todos os procedimentos e após sanarem todas as dúvidas, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Para garantir a validade dos resultados, o teste-reteste foi utilizado para avaliar a confiabilidade. O coeficiente de correlação intraclassa (CCI) para o teste-reteste foi de 0,93, indicando alta confiabilidade das avaliações.

2.2. Contexto e participantes

Os participantes foram recrutados através de divulgação em redes sociais e contato direto com treinadores e grupos de corrida. Cinquenta e sete homens desejaram participar do estudo e entraram em contato com o grupo de pesquisa. Eles foram divididos em três grupos: grupo corrida de curtas distâncias (GCD) – homens corredores recreacionais que participam de provas de curtas distâncias (<10 km), todos os participantes tinham como principal prova a corrida de 10 km; grupo corrida de longas distâncias (CLD) – homens corredores recreacionais que participam de provas de longas distâncias (>10 km), todos os participantes tinham como principal prova a meia-maratona (21 km); e grupo não-corredores (GNC) – homens que não praticavam corrida e não praticavam nenhum tipo de exercício, no mínimo, por 6 meses. O tamanho da amostra foi calculado no software GPower®, para obter o número de participantes necessários em cada grupo e como referência do estudo de Flood et al. (2017), $\alpha = 0,05$ e $\beta = 0,8$, bicaudal, foi determinado que seria necessária uma amostra com 30 participantes.

Os critérios de inclusão para todos os participantes foram: sexo masculino (para reduzir a variabilidade com base no sexo), faixa etária de 18 a 50 anos; nenhuma doença psiquiátrica, neurológica ou outra doença médica atual ou passada que interfira na avaliação. Os critérios de inclusão específicos para os praticantes de corrida foram: realizar treinamento de corrida há 6 meses e participassem de provas de curtas e longas distâncias. Os critérios de inclusão específicos para não-praticantes foram: não participar regularmente de qualquer tipo de esporte há pelo menos 6 meses.

Foram excluídos do estudo os corredores que participassem de ultramaratonas e maratonas para o GLD; corredores que tinham por principal prova a corrida de 5 km para o GCD.

Nenhum dos participantes incluídos sofria de doenças neurológicas, psicológicas, cardiovasculares ou usou algum analgésico nas semanas anteriores à participação. Todos foram orientados a abster-se de exercícios físicos, café e nicotina 48 horas antes da participação.

2.3. Variáveis

Os participantes compareceram ao Laboratório de Pesquisa em Neurociência (LAPENE), localizado na Universidade Federal de Sergipe, no horário agendado, e inicialmente foram apresentados aos procedimentos de avaliação. As avaliações tiveram uma duração de, aproximadamente, 2 horas e todas foram realizadas pela mesma avaliadora.

Foram aplicados questionários de acompanhamento da rotina de treinamento, com o intuito de caracterizar a amostra e obter informações sobre variáveis de treinamento, assim como de caracterização da dor. Após os questionários, foi verificada a massa corporal e estatura dos participantes e em seguida foram realizados os testes de somação temporal, modulação condicionada da dor e limiares de dor por pressão. A seguir, a descrição dos questionários e dos testes aplicados.

2.3.1 Tolerância à dor

Como descrito por Jones et al. (2014), os participantes realizam contrações isométricas repetidas, usando um dinamômetro hidráulico analógico Jamar® (Lafayette Instrument, EUA). A força foi informada e exibida para cada participante ao nível dos olhos. Cada participante primeiro completou uma série de contrações voluntárias máximas (CVM) de, aproximadamente, 5 segundos para determinar o pico da força de preensão manual.

Um mínimo de três CVMs foi realizado até a força do platô com cada CVM separada por 1 min de descanso. Um manguito foi, então, colocado ao redor do braço, que foi levantado acima do nível do coração por 60 segundos.

Após os 60 segundos, o manguito foi inflado até 200 mmHg (PA Med®, Itupeva, SP, Brasil) antes do braço retornar à horizontal. Contrações repetidas foram realizadas em condições isquêmicas a 30% de CVM por 4 segundos, separadas por 4 segundos de descanso até o limite de tolerância. Cada contração foi solicitada por meio de um estímulo auditivo: “já!”, e monitorada por feedback visual do avaliador, que estava preparado para encerrar o procedimento se o limite de tolerância à dor não foi atingido em 10 minutos de teste. Este prazo não foi divulgado aos participantes, que foram instruídos apenas a continuar o exercício de preensão manual durante o tempo tolerável.

Os participantes não receberam informações quanto ao tempo decorrido e a tolerância à dor foi o tempo total em que as contrações puderam ser mantidas antes do término voluntário do teste. A dor foi avaliada a cada ~ 30 segundos, usando uma escala numérica de 0 a 10. A avaliação da tolerância à dor em um membro não treinado (braços) permite que as adaptações centrais sejam determinadas independentemente de qualquer adaptação periférica induzida pelo treinamento e mostrou-se confiável e sensível aos aumentos induzidos pelo treinamento de resistência na tolerância à dor (Jones et al., 2014).

2.3.2 Modulação condicionada da dor

A modulação condicionada da dor é um fenômeno neural que ocorre em seres humanos, no qual a percepção da dor é modificada pela aplicação de outro estímulo doloroso condicionado, utilizado para medir o funcionamento dos tratos descendentes que controlam e modulam a percepção da dor (Starkweather et al., 2016; Yarnitsky et al., 2010).

Para aquisição dos resultados, foi utilizado o algômetro digital (Impac®, Paulínia, SP, Brasil) na face anterior do antebraço do membro superior dominante, e realizada a mensuração do LDP em três momentos. Após a realização da mensuração do LDP na face anterior do terço médio do antebraço dominante, uma pressão isquêmica foi feita no membro superior não dominante do participante com uso de um esfignomanômetro (PA Med®, Itupeva, SP, Brasil). A borda inferior do aparelho estava posicionada 3 cm proximalmente à fossa cubital e uma pressão de 270 mmHg era mantida. Nesse momento foi questionado ao participante sobre a dor sentida com uso da escala numérica de 11 pontos.

Ao relatar, no mínimo, dor 4, foi realizada uma nova mensuração do LDP no antebraço dominante e, em seguida, a compressão através do manguito foi retirada. Após cinco minutos do término do procedimento, foi mensurado novamente o LDP. Um total de três mensurações (antes, durante e após a isquemia) foram realizadas, sendo considerada a média do LDP obtida em cada momento do teste (Arendt-Nielsen, 2015).

2.3.3 Somação temporal

O teste de somação temporal é frequentemente utilizado como indicador de sensibilização central. Esse fenômeno ocorre devido ao aumento da excitabilidade dos

neurônios do SNC (Starkweather et al., 2016; Staud et al., 2008). O teste busca verificar o mecanismo Wind-up, que consiste em uma facilitação progressiva e frequência-dependente das respostas de um neurônio, e são observadas durante a aplicação de estímulos repetitivos com intensidade constante (Herrero et al., 2000).

O teste de somação temporal foi realizado utilizando um algômetro de pressão digital (Impac®, probe com área de 1 cm²). Foi aplicada uma pressão de 4 kg e mantida na face anterior do antebraço dominante, 7,5 cm proximalmente à prega distal do punho do membro dominante, durante 30 segundos ininterruptos. Em seguida, foram realizadas quatro medições no 1º segundo, 10º segundo, 20º segundo e 30º segundo. Os valores referentes à intensidade de dor foram registrados por meio da escala numérica de 11 pontos (Vase et al., 2011).

2.3.4 Limiar de dor por pressão na tíbia

Os locais de medição foram marcados ao longo da borda medial da tíbia de ambas as pernas. Utilizando um algômetro de pressão digital (Impac®, Paulínia, SP, Brasil), a medida foi realizada a cada 2 cm desde a ponta distal do maléolo medial até o côndilo tibial medial. A mão não dominante do avaliador foi usada para estabilizar a ponta de borracha sobre a superfície da pele, enquanto a outra foi usada para aplicar o algômetro perpendicular à pele em cada ponto marcado (Aweid et al., 2014).

2.3.5 Limiar de dor por pressão no joelho

Em decúbito dorsal com joelhos levemente flexionados a 20°, quatro locais na região patelar foram selecionados para investigação: tendão do quadríceps (TQ), patela medial (PM), patela lateral (PL) e tendão patelar (TP) do joelho da perna dominante e contralateral. Com um algômetro de pressão digital (Impac®, Paulínia, SP, Brasil), foi medido duas vezes em cada local com um período de 1 minuto entre os testes e a média foi usada para análise (Pazzinatto et al., 2017).

2.3.6 Rotina de Treinamento/Corrida de Corredores

O Questionário Questionário de acompanhamento da Rotina de Treinamento/Corrida de Corredores corresponde a um autorrelato composto por três partes, a primeira trata de questões referentes aos dados pessoais e particulares, como idade, massa corporal, estatura, experiência em corrida, escolaridade e hábitos de vida. A segunda apresenta questões sobre o histórico de corrida (números de treinos por semana,

quilometragem semanal, tempo por quilômetro, prática de outros esportes, participação em provas e prática de exercícios de flexibilidade) e características do treinamento (acompanhamento dos treinos, motivação, utilização de palmilha especial, tipo de tênis e tipo de pisada). A terceira apresenta o histórico de lesões musculoesqueléticas relacionadas à prática nos últimos 12 meses.

Esse questionário permite caracterizar a amostra, entendendo melhor o perfil dos corredores recreacionais e quais fatores estariam associados com lesões musculoesqueléticas. Foi criado com o intuito de nortear a implementação de estratégias de prevenção com uma abordagem multidisciplinar (Hespanhol Junior et al., 2012).

2.3.7 Paixão harmoniosa e obsessiva

O Questionário de paixão harmoniosa e obsessiva foi adaptado, já que a corrida foi escolhida a corrida como a atividade muito querida. Escala de Paixão (Vallerand et al., 2003), um instrumento desenvolvido para avaliação das diferentes dimensões da paixão: Paixão Harmoniosa (7 itens) e Paixão Obsessiva (7 itens).

Os itens da paixão obsessiva, enfatizam uma perspectiva passiva em que a pessoa se sente compelida a se engajar na atividade, a atividade ocupa muito espaço do indivíduo e é vivenciado um conflito. Os itens da paixão harmoniosa, enfatizam uma perspectiva ativa em que a pessoa tem controle sobre a atividade, a vontade da pessoa permite que ela se envolva totalmente na atividade, mas está em harmonia com as outras atividades, sem conflito. Ambas as escalas serão pontuadas em uma escala Likert de 7 pontos, variando entre 1 = não concordo com nada, e 7 = concordo totalmente (De Jonge et al., 2020). A validade e confiabilidade deste questionário em farsi foram comprovadas (alfa de Cronbach = 0,86) (Jafari et al., 2018)

2.4 Métodos estatísticos

Os dados foram analisados utilizando o software estatístico IBM SPSS® versão 23.0. A normalidade e a homogeneidade da variância dos dados foram testadas usando os testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente. As variáveis contínuas foram apresentadas como média e desvio padrão e as variáveis categóricas como frequências relativas (%). Para investigar as diferenças entre os grupos GCD, GLD e GNC na tolerância à dor e pico de dor, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Também foi realizado um teste de covariância (ANCOVA), como os dados não

apresentaram a normalidade, foi observado gráfico Q-Q normal e o desvio da distribuição não se apresentou tão grande. Além disso, foi inserida a reamostragem por Bootstrapping para obter um intervalo de confiança mais robusto, mesmo que os resíduos não sejam normalmente distribuídos.

A correlação bivariada de Spearman foi utilizada para verificar se as variáveis paixão obsessiva, tolerância à dor e variáveis de treinamento se relacionavam, já que não atendeu o pressuposto de normalidade (Schober et al., 2018). O teste de transformação *r-to-z* de Fisher foi realizado para identificar as forças de correlação entre as variáveis tolerância a dor, paixão obsessiva e volume semanal de treinamento. A regressão múltipla foi realizada para identificar causalidade entre as variáveis de treinamento e paixão obsessiva. Para investigar praticantes com dor e sem dor (categórica) e os tempos do teste de tolerância, foi utilizado um teste de sobrevivência de log-rank. Para as análises entre os momentos nos testes de somação temporal e modulação condicionada da dor dentro dos grupos, foi utilizado o teste de Friedman com *post hoc* de Wilcoxon Signed Rank. Para as variáveis categóricas como locais de dor, foi utilizado o teste de Qui-quadrado de independência. Para todas as análises, foi considerado $p < 0,05$.

3 RESULTADOS

A amostra foi composta por 57 participantes, sendo 39 corredores recreacionais e 18 não-praticantes (tabela 1). Do total, 54 (94,7%) participantes eram destros, sendo 2 participantes do GLD e 1 participante do GCD.

Tabela 1. Características demográficas da população de estudo.

Características	Curta distância	Longa distância	Não-corredores
	(n=18)	(n=21)	(n=18)
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Idade (anos)	43,83 ± 14,40	38,24 ± 10,57	29,07 ± 6,07*
Massa corporal (kg)	72,19 ± 11,24	69,96 ± 8,22	80,44 ± 13,18*
Estatura (m)	1,72 ± 0,006	1,71 ± 0,05	1,74 ± 0,07
Índice de massa corporal (kg/m²)	24,23 ± 2,49	23,88 ± 2,16	26,69 ± 4,72

Valores apresentados em média e desvio padrão. kg = quilogramas; m = metros; kg/m²; n = número de participantes. * = $p < 0,05$.

Das características de treinamento, apesar do GLD apresentar maiores volumes de treinamento, maior frequência semanal e maiores velocidades, não houve diferenças estatísticas significativas em comparação ao GCD ($p > 0,05$) (tabela 2).

Tabela 2. Características de treinamento e competições.

Características	Curta distância (n=18)	Longa distância (n=21)
	Média ± DP	Média ± DP
Tempo de prática (anos)	8,64 ± 6,68	7,70 ± 8,59
Volume semanal (km)	35,67 ± 18,96	46,24 ± 27,05
Frequência semanal (x/sem)	3,78 ± 1,51	4,10 ± 1,41
Velocidade (km/h)	11,88 ± 2,28	12,65 ± 2,25

Valores apresentados em média e desvio padrão. km = quilômetros; x/sem = vezes por semana; km/h = quilômetro por hora; n = número de participantes.

Com isso, mesmo não apresentando diferenças nas variáveis de treinamento, dos 39 corredores recreacionais, 66,7% sentem dor relacionada à corrida, sendo que, ao avaliar o GCD, 72,2% relataram sentir dor relacionada a corrida e no GLD, 61,9%. Os relatos de lesões no passado relacionadas à corrida apresentaram média de $1,56 \pm 1,04$ para o GCD e $1,67 \pm 1,42$ para o GLD, não apresentaram diferenças entre os grupos ($p = 0,786$).

Os corredores relataram vários locais de lesões prévias, como joelho, posterior da coxa, quadril, anterior da perna, tornozelo e pé. Ao verificarmos se havia associação entre os grupos e locais de lesão, encontramos associação estatisticamente significativa ($\chi^2(8) = 15,275$, $p < 0,05$; Cramer's V = 0,626). Análises dos resíduos padronizados ajustados mostraram que apenas o joelho se associou com os grupos, ou seja, sentir dor no joelho se associou com o GCD. Além disso, o GLD tem 6,15 mais chances de não ter lesão prévia no joelho, quando comparado ao GCD (figura 1).

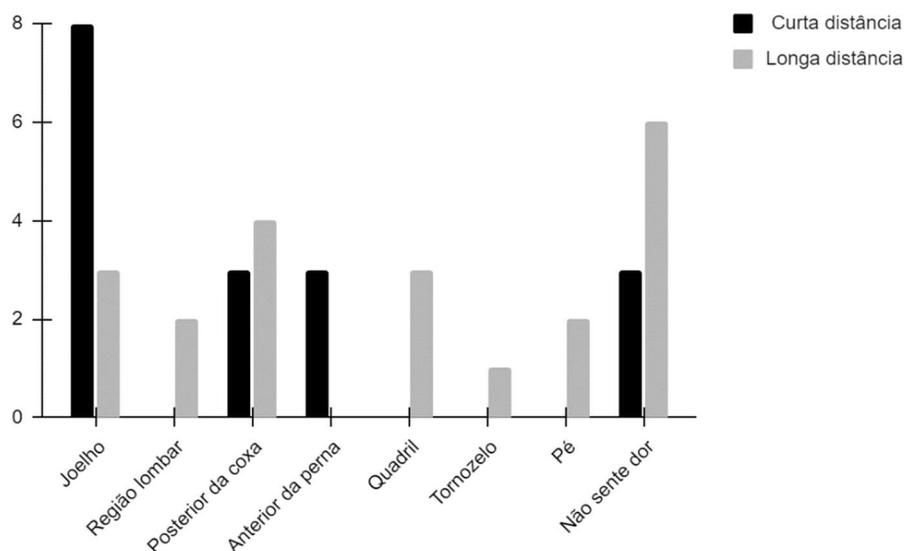


Figura 1. Locais e número de lesões prévias de corredores de curta ou longa distância. Apresentado em frequências absolutas.

Foi realizado teste de Kruskal-Wallis, com o objetivo de investigar se a tolerância à dor se diferenciava pela participação em provas de corrida de curtas ou longas distâncias. O resultado do teste foi estatisticamente significativo para tolerância à dor entre os grupos ($H(2) = 8,396, p < 0,05$), e mostrou que o GLD ($M = 124,77$ s; $DP = 29,39$ s) é mais tolerante à dor que o GNC ($M = 97,33$ s; $DP = 23,9$ s) ($z = 2,897; p < 0,05, r = 0,46$), apresentando tamanho de efeito moderado, mas não apresentou diferenças estatisticamente significativas quando comparado ao GCD ($M = 112,94$ s; $DP = 34,70$ s) ($z = -1,503; p = 0,133$) (figura 2).

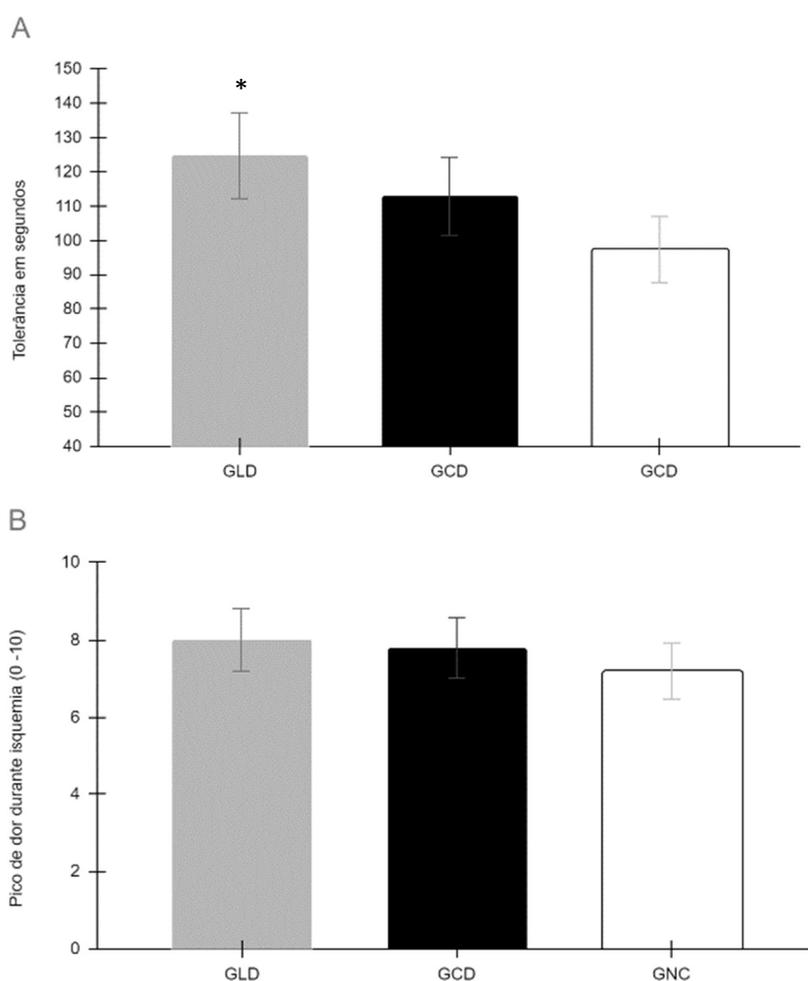


Figura 2. Média dos tempos da isquemia (A) e pico de dor (B) durante o teste de tolerância à dor em praticantes de corrida durante contrações isquêmicas para os não corredores (GNC) em branco, grupo curtas distâncias (GCD) em preto e grupo longas distâncias (GLD) em cinza. * = $p < 0,05$.

As classificações de dor aumentaram progressivamente para todos os participantes durante a tarefa de tolerância à dor isquêmica. A figura 3 apresenta relatos de dor a cada 30 s durante o teste de tolerância por participantes e, apesar do GLD apresentar tempos

maiores de tolerância às contrações isquêmicas que o GNC, os grupos não apresentaram diferença durante o pico de dor durante o teste ($p > 0,05$) (figura 2B).

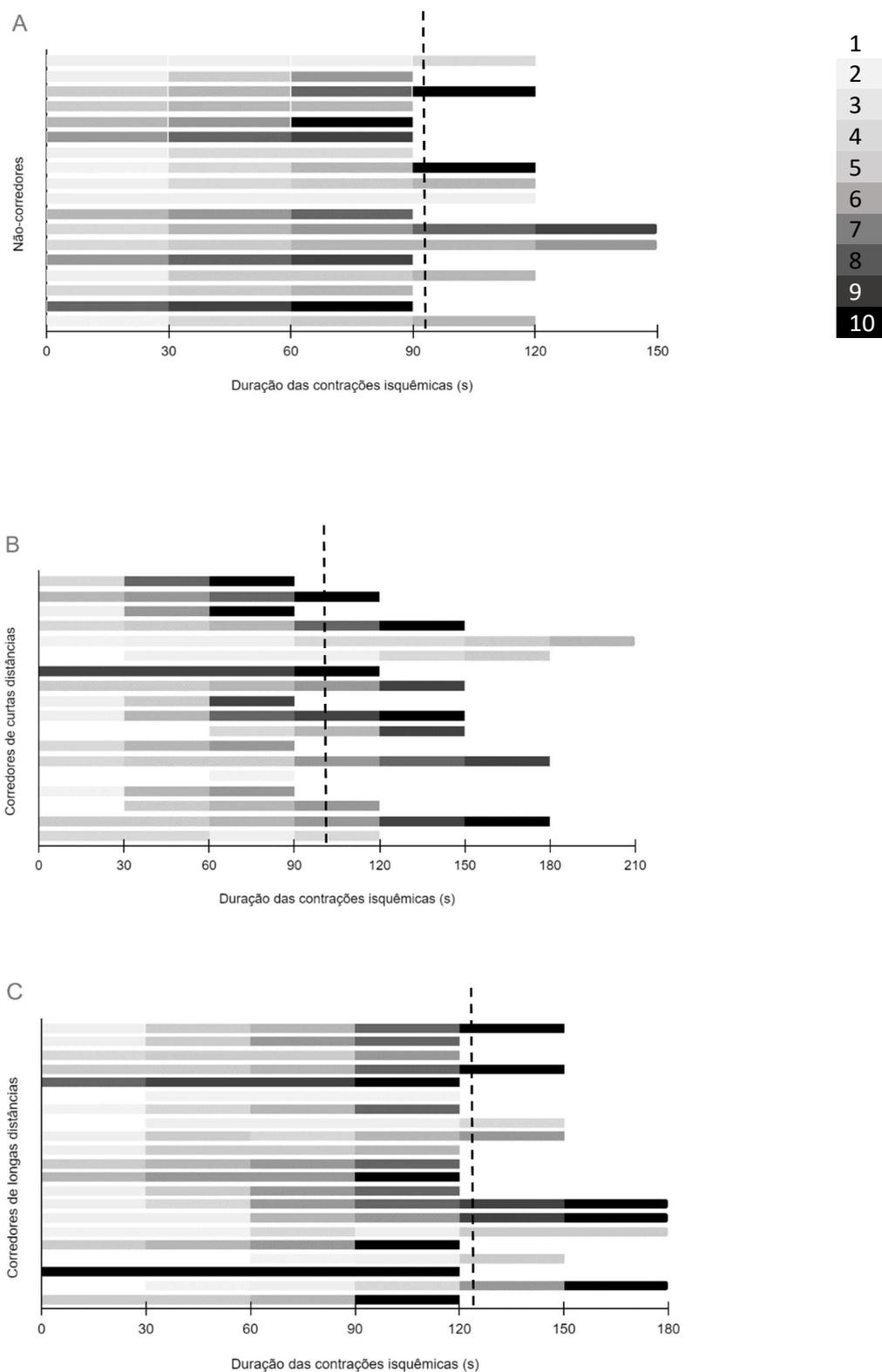


Figura 3. Tolerância(s) à dor e classificações de dor durante a isquemia para cada participante dos grupos não-corredores (A), corredores de curtas distâncias (B) e corredores de longas distâncias (C).

distâncias (C). A duração do exercício de prensão manual isquêmica realizado por cada participante é representada por comprimentos de barras. As linhas tracejadas representam a duração média das contrações isquêmicas para todos os participantes. As classificações de dor ao longo do exercício são representadas por sombreado (escala no canto superior direito).

Apesar dos participantes que relataram sentir dor por causa da corrida apresentarem maiores tempos no teste de tolerância, não apresentou diferença estatística dos que não sentem dor ($\chi^2(1) = 1,506, p = 0,220$) (Figura 4).

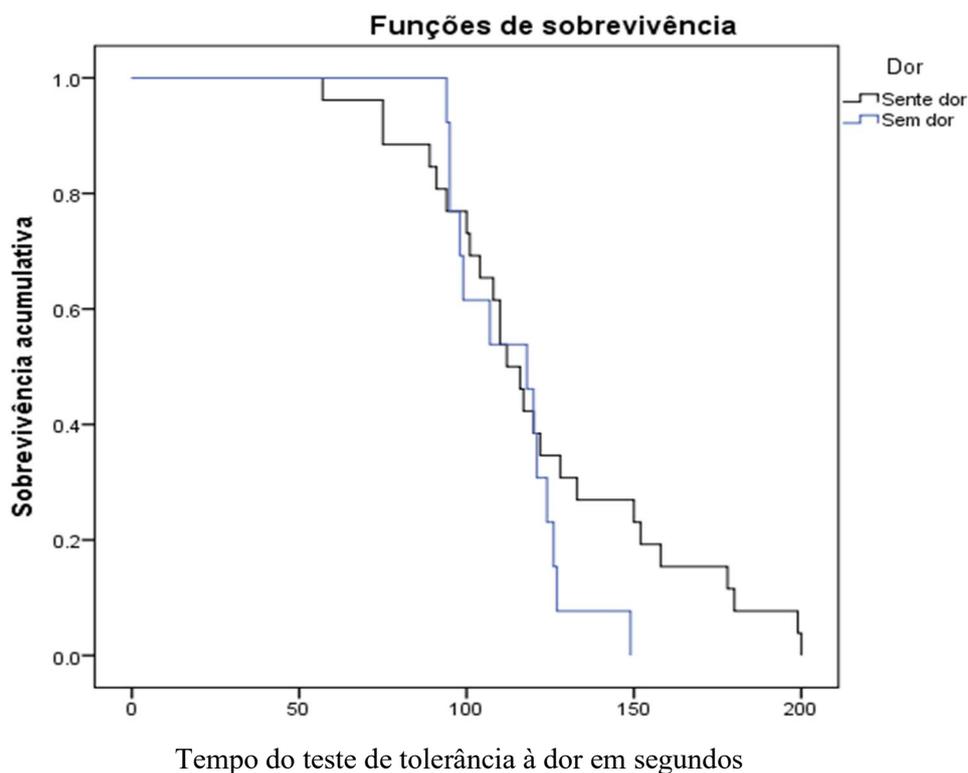


Figura 4. Tempos do teste de tolerância à dor em praticantes de corrida que sentem dor (linha preta) ou não (linha azul) segundo teste de log-rank (gráfico de sobrevida).

Foi realizada análise de covariância para investigar se existiam diferenças estatisticamente significativas nos níveis de tolerância e no número de lesões em corredores de longas e curtas distâncias, após controlar pelos níveis de paixão obsessiva do praticante. Os resultados mostraram que a covariável paixão obsessiva não apresentou efeito significativo no modelo para a tolerância ($F(1, 36) = 3,290, p = 0,078; partial-\eta^2 = 0,084$) nem para o número de lesões ($F(1, 36) = 1,567, p = 0,078; partial-\eta^2 = 0,084$).

Ao correlacionar a paixão com a tolerância à dor e as variáveis extrínsecas de treinamento, os resultados mostraram que tolerância à dor e paixão obsessiva apresentaram correlações positivas estatisticamente significativas com volume semanal

de treinamento. Além disso, a paixão obsessiva apresentou correlações positivas estatisticamente significativas com velocidade e tempo de prática de corrida (tabela 4).

Tabela 4. Análises de correlação de Spearman entre tolerância a dor, número de queixas de dor e variáveis de treinamento.

	Tolerância à dor	Paixão obsessiva	Volume semanal	Frequência semanal	Velocidade	Nº de queixas de dor
Tolerância à dor	-					
Paixão Obsessiva	0,306	-				
Volume Semanal	0,345*	0,489**	-			
Frequência semanal	0,197	0,238	0,754**	-		
Velocidade	0,248	0,538**	0,462**	0,458**	-	
Nº de queixas de dor	0,064	0,244	0,281	0,309	0,128	-
Tempo de prática	-0,002	0,317*	0,488**	0,375*	0,080	0,342*

Nota: Rô de Spearman. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; n.s. = relação não significativa.

Quando correlacionamos a tolerância à dor com a paixão obsessiva e as variáveis de treinamento no GCD, os resultados foram estatisticamente diferentes na correlação entre paixão obsessiva e volume semanal, velocidade, tempo de prática e número de lesões (tabela 2). No entanto, quando realizamos as correlações para o GLD, a paixão obsessiva apresentou diferenças estatísticas significativas com volume semanal e velocidade, mas não com tempo de prática e número de lesões (Tabela 3).

Tabela 5. Análises de correlação de Spearman entre tolerância a dor, número de queixas de dor e variáveis de treinamento do grupo curtas distâncias.

	Tolerância à dor	Paixão obsessiva	Volume semanal	Frequência semanal	Velocidade	Nº de queixas de dor	Tempo de prática
Tolerância à dor	-						
Paixão Obsessiva	0,403	-					
Volume Semanal	0,276	0,470*	-				
Frequência semanal	-0,027	0,238	0,754**	-			
Velocidade	0,242	0,533*	0,462**	0,458**	-		
Nº de queixas de dor	0,016	0,599**	0,281	0,309	0,128	-	
Tempo de prática	0,031	0,634**	0,600**	0,303	0,274	0,520*	-

Nota: Rô de Spearman. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; n.s. = relação não significativa.

O teste de transformação *r-to-z* de Fisher não apresentou diferenças nas forças de correlação entre as variáveis tolerância à dor, paixão obsessiva e volume semanal de treinamento ($z = 0,348$; $p = 0,364$) no geral (tabela 1). Já no GCD (tabela 2), a paixão obsessiva também não apresentou diferenças na força de correlação com o número de lesões e tempo de prática ($z = -0,152$; $p = 0,439$). No GLD (tabela 3), também não foram

encontradas diferenças nas forças de correlações entre as variáveis paixão obsessiva, volume semanal e velocidade ($z = -0,014$; $p = 0,495$).

Tabela 6. Análises de correlação de Spearman entre tolerância a dor, número de queixas de dor e variáveis de treinamento do grupo longas distâncias.

	Tolerância à dor	Paixão obsessiva	Volume semanal	Frequência semanal	Velocidade	Nº de queixas de dor	Tempo de prática
Tolerância à dor	-						
Paixão Obsessiva	0,022	-					
Volume Semanal	0,284	0,455*	-				
Frequência semanal	0,350	0,336	0,917**	-			
Velocidade	0,097	0,458*	0,397	0,626**	-		
Nº de queixas de dor	0,064	-0,089	0,208	0,289	0,096	-	
Tempo de prática	0,024	0,089	0,471*	0,388	0,034	0,222	-

Nota: Rô de Spearman. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; n.s. = relação não significativa.

Foi realizada regressão linear múltipla (método *enter*) para investigar se os escores de paixão obsessiva impactavam o volume semanal, a velocidade, o tempo de prática e o número de lesões no GCD. Os resultados mostraram haver influência significativa entre as variáveis de treinamento e número de lesões com paixão obsessiva no GCD ($F(4, 13) = 5,998$, $p < 0,001$; $R^2_{ajustado} = 0,540$). A variável que mais fortemente impactou os níveis de paixão obsessiva foi o número de lesões ($\beta = 0,460$, $p < 0,05$), seguida pela velocidade ($\beta = 0,456$, $p < 0,05$).

As variáveis tempo de prática e volume semanal de treinamento não impactaram nos níveis de paixão obsessiva ($\beta = 0,294$, $p = 0,207$ e $\beta = -0,094$, $p = 0,697$, respectivamente). A paixão obsessiva explica 54% de todas as variáveis do modelo no GCD, mais da metade dos participantes com escores mais altos de paixão obsessiva são explicados pelo número de lesões e pela velocidade. Já no GLD, ao investigar se os escores de paixão obsessiva impactavam no volume semanal e na velocidade, e os resultados mostraram que não há influência significativa ($F(2, 18) = 3,130$, $p = 0,068$; $R^2_{ajustado} = 0,176$).

Ao avaliar a modulação condicionada da dor dos corredores, foi realizado teste de Friedman para investigar em que medida os limiares de dor por pressão alteravam antes, durante e após um estímulo condicionante nos grupos GNC ($\chi^2(2) = 1,000$, $p = 0,6,07$), GCD ($\chi^2(2) = 1,775$, $p = 0,412$) e GLD ($\chi^2(2) = 4,667$, $p = 0,097$), no entanto, os

resultados não apresentaram diferenças estatísticas significativas intragrupos. Além disso, foi realizado teste de Kruskal-Wallis para investigar se havia diferenças entre os grupos nos momentos do teste, no entanto, não foi verificada diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (figura 5).

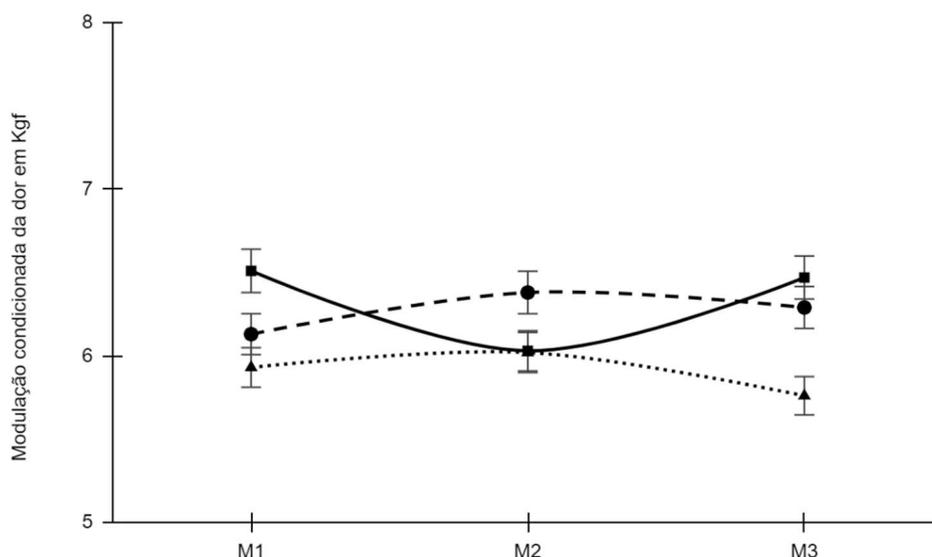


Figura 5. Modulação condicionada da dor. Legenda: M1 = limiar de dor por pressão; M2 = limiar de dor por pressão sob efeito do estímulo isquêmico (condicionante); M3 = limiar de dor por pressão após 5 min do efeito condicionante. ▲ = grupo corredores de baixo volume; ■ = grupo corredores de alto volume ● = grupo não-corredores. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; n.s. = relação não significativa.

No teste de somação temporal (ST), foi realizado teste de Friedman para investigar se houve amplificação da dor intragrupos e os resultados foram estatisticamente significativos. O GNC ($\chi^2(3) = 26,188$, $p < 0,001$), através do teste de Wilcoxon Signed Rank, mostrou que a amplificação da dor foi significativamente maior entre os momentos 1s e 10s ($z = -1,139$, $p < 0,05$; $r = -0,17$), 1s e 20s ($z = -1,389$, $p < 0,001$; $r = -0,18$), e entre 1s e 30s ($z = -1,806$, $p < 0,001$; $r = -0,24$). Ao analisar o GCD ($\chi^2(3) = 33,079$, $p < 0,001$), a amplificação a dor ocorreu significativamente entre os momentos 1s e 20s ($z = -1,194$, $p < 0,05$; $r = -0,16$), 1s e 30s ($z = -1,778$, $p < 0,001$; $r = -0,24$) e 10s e 30s ($z = -1,417$, $p < 0,05$; $r = -0,19$). O GLD apresentou amplificação da dor estatisticamente significativa ($\chi^2(3) = 40,263$, $p < 0,001$), entre os momentos 1s e 20s ($z = -1,357$, $p < 0,05$; $r = -0,18$), 1s e 30s ($z = -1,929$, $p < 0,001$; $r = -0,26$), e 10s e 30s ($z = -1,119$, $p < 0,05$; $r = -0,15$). Apesar de apresentarem diferenças estatisticamente significativas entre

os momentos em todos os grupos, o tamanho de efeito foi muito baixo. Além disso, ao realizar o teste de Kruskal-Wallis os resultados não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os grupos (figura 6).

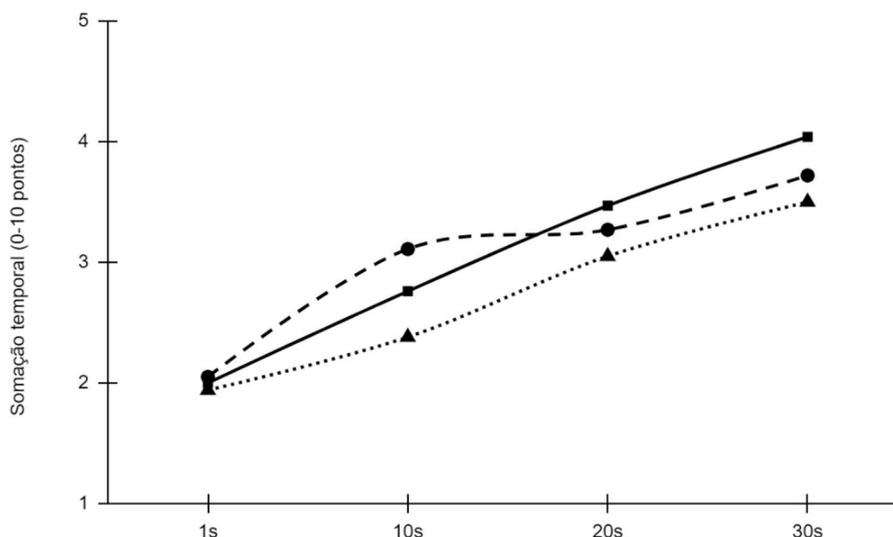


Figura 6. Amplificação da dor em tempos sequenciais (1s, 10s, 20s, 30s) durante a medida de somação temporal, nos três grupos (▲) grupo corredores de rotas distâncias, (■) grupo corredores de longas distâncias, (●) grupo não-corredores. Dados apresentados como média e desvio padrão. Teste de Wilcoxon.

Os limiares de dor por pressão na tíbia apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os valores das três regiões avaliadas na tíbia direita no GLD ($\chi^2(2) = 14,381$, $p = 0,001$), apresentando limiares mais altos no terço proximal da tíbia ao comparar com a região do terço médio ($z = 2,932$, $p < 0,05$; $r = 0,64$) e a região do terço distal ($z = 3,549$, $p < 0,001$; $r = 0,77$). Já no GCD, também apresentou diferenças estatisticamente significativas na tíbia direita ($\chi^2(2) = 12,000$, $p = 0,001$), com limiares mais altos no terço proximal ao comparar com o terço médio ($z = 3,000$, $p < 0,05$; $r = 0,71$) e distal ($z = 3,000$, $p < 0,05$; $r = 0,71$), assim como repetiu o mesmo padrão no GNC ($\chi^2(2) = 10,111$, $p = 0,001$), com limiares mais altos no terço proximal ao comparar com o terço médio ($z = 2,667$, $p < 0,05$; $r = 0,63$) e distal ($z = 2,883$, $p < 0,05$; $r = 0,68$).

Em todos os grupos aconteceram reduções nos limiares da tíbia direita ao comparar o terço proximal com o distal, no entanto, na tíbia esquerda apresentou um padrão diferente no GCD e GNC. O GCD não apresentou diferenças estatísticas entre as regiões da tíbia esquerda e o GNC apresentou diferenças significativas estatisticamente somente entre o terço proximal e médio ($z = 3,000$, $p < 0,05$; $r = 0,71$). O GLD

permaneceu com o mesmo padrão encontrado na perna direita ($\chi^2(2) = 16,286, p = 0,001$), apresentando limiares mais altos no terço proximal ao comparar com o terço médio ($z = 3,240, p < 0,05; r = 0,71$) e o terço distal ($z = 3,03, p < 0,001; r = 0,81$). A tíbia esquerda do GLD apresentou maior efeito quando comparado a tíbia direita do mesmo grupo, apresentando valores mais baixos no limiar de dor nas extremidades quando comparada ao terço proximal (figura 7).

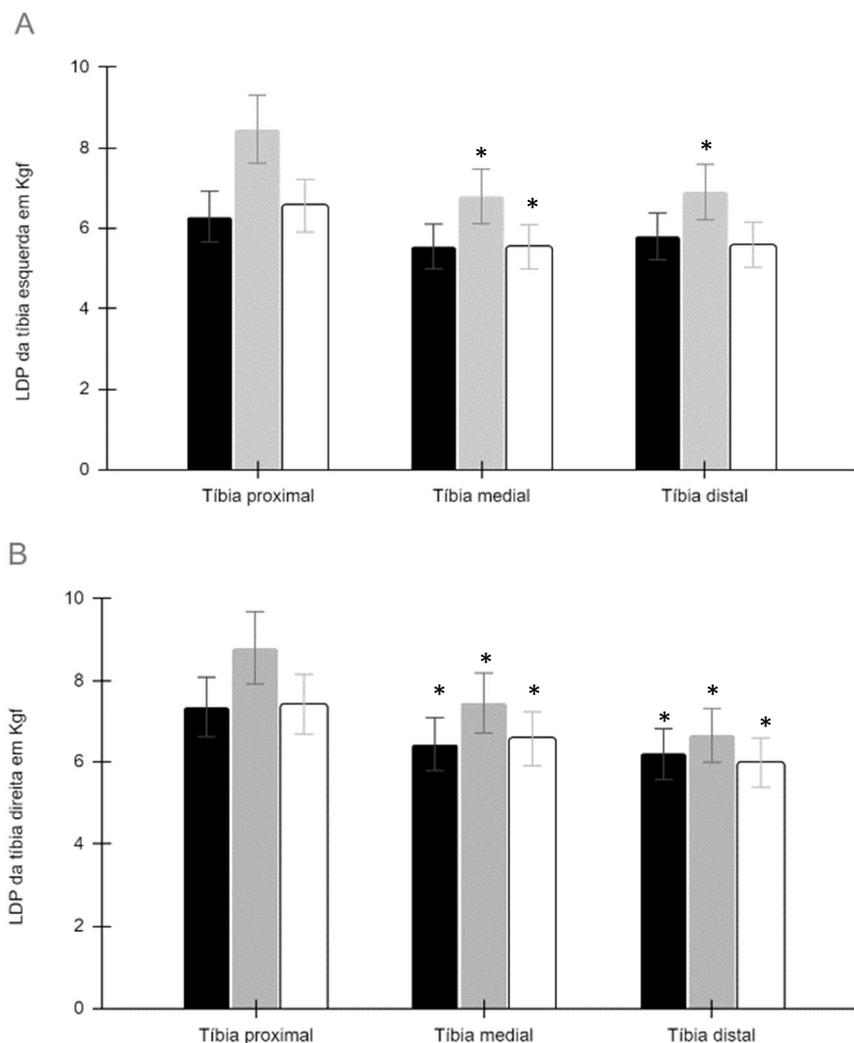


Figura 7. Limiar de dor por pressão na tíbia esquerda (A) e direita (B), para os grupos não-corredores (barra em branco), corredores de curtas distâncias (barra em preto) e corredores de longas distâncias (barra em cinza). A tíbia foi dividida em 3 partes (terço proximal, terço médio e terço distal), os valores indicam as médias encontradas nas 3 regiões. * = $p < 0,05$.

Ao realizar uma correlação entre paixão obsessiva, tempo de prática, velocidade, frequência e volume semanal de treinamento e os valores encontrados nos limiares da tíbia nas três regiões, não foram encontradas relações significativas estatisticamente em nenhuma das regiões ($p > 0,05$). No entanto, no GCD foi encontrada correlação moderada

significativa estatisticamente entre tolerância e LDP na tíbia direita medial ($\rho = 0,514$; $p < 0,05$), tíbia esquerda distal ($\rho = 0,470$; $p < 0,05$) de forma positiva. Os resultados não apresentaram diferenças estatísticas significativas nos locais da tíbia entre os grupos ($p > 0,05$).

Ao analisar as diferenças relacionadas aos LDPs nas quatro regiões do joelho entre os grupos, no tendão do quadríceps direito ($H(2) = 2,393$, $p = 0,302$) e esquerdo ($H(2) = 3,665$, $p = 0,160$) (TQ), na patela medial direita ($H(2) = 2,229$, $p = 0,328$) e esquerda ($H(2) = 1,763$, $p = 0,414$) (PM), no tendão patelar direito ($H(2) = 2,109$, $p = 0,348$) e esquerdo ($H(2) = 1,893$, $p = 0,388$) (TP) e na patela lateral direita ($H(2) = 1,602$, $p = 0,449$) e esquerda ($H(2) = 1,258$, $p = 0,533$) (PL), foi verificado através do teste de Kruskal-Wallis que não houve diferença estatisticamente significativa entre corredores de longas, curtas distâncias e o grupo controle nos quatro locais joelhos direito e esquerdo.

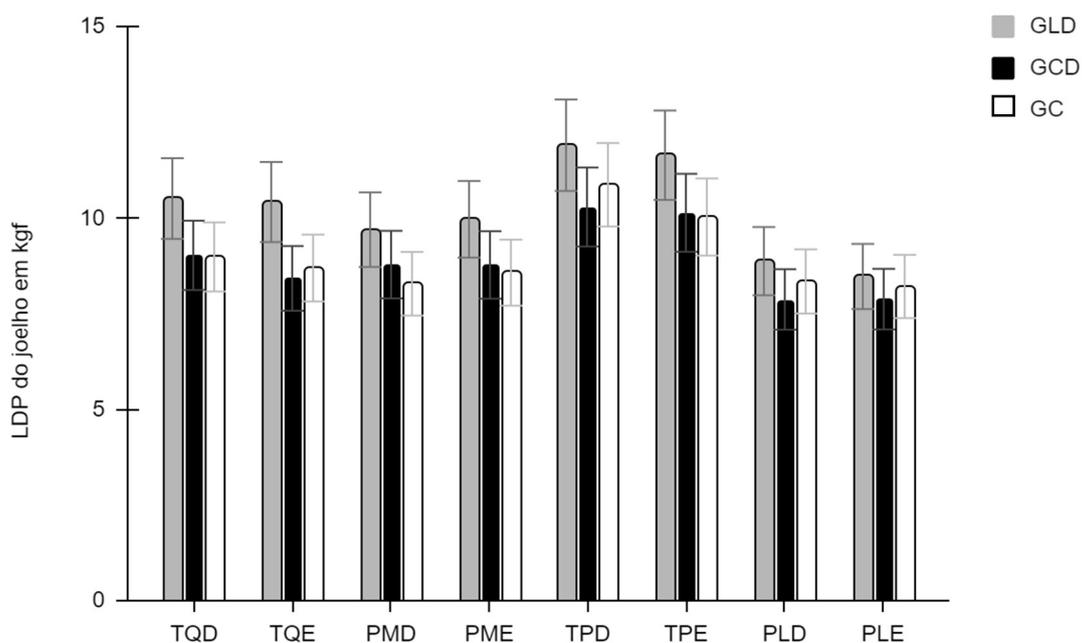


Figura 8. Limiar de dor por pressão (LDP) em quatro regiões do joelho direito (D) e esquerdo (E). Tendão do quadríceps (TQ); patela medial (PM); tendão patelar (TP); patela lateral (PL). Para os grupos não-corredores (barra em branco), corredores de curtas distâncias (barra em preto) e corredores de longas distâncias (barra em cinza).

Quando correlacionamos as variáveis de treinamento, tolerância a dor e paixão obsessiva com os quatro locais do joelho, os resultados do teste de correlação de Spearman não foram estatisticamente significativos ($p > 0,05$) nos grupos de corredores (figura 8).

4 DISCUSSÃO

Os principais achados desse estudo mostraram que (1) corredores de longas e curtas distâncias não apresentaram diferenças na tolerância à dor, mas o grupo de corredores de longas distâncias apresentou maior tolerância à dor do que não praticantes; (2) ser mais apaixonado de forma obsessiva pela modalidade não aumenta a tolerância à dor; (3) a paixão obsessiva pela modalidade impacta o número de lesões em corredores de curtas distâncias; (4) a modulação condicionada da dor não apresentou efeitos positivos em corredores de longas distâncias; (5) participar de provas de longas ou curtas distâncias não afeta os limiares de dor na tíbia e no joelho.

4.1 Dor e lesões

Sentir dor faz parte da rotina dos treinamentos e competições, seja de atletas ou de praticantes em geral, apesar dos benefícios da sua prática regular, a variação no número de lesões vai de 3,2% a 84,9% (Kakouris et al., 2021). Apesar de ser uma experiência desagradável, a dor que sinaliza também a lesão, já que não apresentamos receptores específicos de lesão e não é uma noção explícita do que acontece com o tecido (Geisler et al., 2020), aparece como um obstáculo para a recompensa ao final de cada prova (Flood, Waddington, & Cathcart, 2017). Em nosso estudo, 67,7% dos participantes informaram que já se lesionaram por causa da corrida e, quando analisamos a literatura da área, encontramos que cerca de 70% das lesões estão associadas ao excesso de treinamentos e competições que aumentam a chance de surgirem microtraumas sem um local ou causa específica, principalmente por recuperação inadequada (Hespanhol Junior et al., 2015; Kakouris et al., 2021; van Poppel et al., 2021b).

Os homens, por possuírem um perfil mais focado em treinamento e performance, podem apresentar maior chance de sentir dor e lesão, justamente pelo maior envolvimento com a prática, aumentando, muitas vezes, de forma mais brusca o volume e a intensidade de treinamento (Smith-Tran, 2021). Ao analisarmos por grupo, percebemos que o GCD apresentou 72,2% e o GLD apresentou 61,9% relatos de dor causada pela corrida, no entanto, esses valores contradizem alguns achados que afirmam que correr 15 km ou menos apresentam incidência variando de 14,3% a 44,7%, enquanto os que correm longas

distâncias (meias-maratonas ou maratonas), apresentam 16,7% a 79,3% (Hespanhol Junior et al., 2016; Van Gent et al., 2007; van Poppel et al., 2018), mas não encontramos diferenças estatísticas significativas entre os grupos avaliados. Contrastando com os nossos achados, a maioria (99,8%) praticantes de longas distâncias sentem dor e ela surge entre o 24 e o 26 km da corrida (O'Connor, 2021), mas em nosso estudo os participantes só realizam provas de 21 km.

Apesar da participação em provas de meia-maratonas, as características de treinamento do GLD não apresentaram diferenças do GCD. Apresentaram altos volumes semanais no somatório da quilometragem e na frequência semanal, assim como na intensidade, com altas velocidades, mas não diferenciou do GCD. Quando nos referimos ao aumento do volume e da intensidade na corrida, a literatura traz informações sobre aumento do número de lesões, mas quando comparamos o número de lesões entre o GLD e o GCD, percebemos que não houve diferenças entre os grupos. O que contrasta com outros resultados que apontam que realizar a inscrição em uma maratona está associada a maior risco de lesões relacionadas a corrida, e isso poderia ser justificado por elevada distância semanal percorrida (Van Der Worp et al., 2015). No entanto, assim como em nosso estudo, nenhuma relação direta entre a distância semanal percorrida e o risco de lesões foi encontrado, sendo justificado pela experiência dos participantes, mas o fato de ter um objetivo claro (uma maratona), podem fazer com que os participantes ignorem a dor durante a corrida para atingirem esse objetivo (Fokkema et al., 2023).

Vários locais de lesões prévias foram citados pelos corredores, mas as lesões no joelho se associaram ao GCD, ou seja, os corredores de curtas distâncias apresentaram mais lesões prévias no joelho que os corredores de longas distâncias, inclusive com chance reduzida em 6,15 vezes em corredores de longas distâncias. A dor e as lesões no joelho são comuns em corredores e são causadas, principalmente, por *overuse* (Mellinger & Neurohr, 2019), mas o que contrasta com o nosso estudo é o fato de que as lesões no joelho são mais prevalentes em distâncias mais longas, como ultramaratonistas, e isso se justifica pela propulsão que é gerada, levando a aumento da carga nessas estruturas (Kakouris et al., 2021; Schache et al., 2014). Esse resultado pode ser em função de adaptação e a exposição a longos períodos de treinamentos, que colaboram para alterações na percepção e na tolerância à dor em comparação com volumes menores de corrida (Geisler et al., 2021).

4.2 Tolerância à dor

O aumento da tolerância à dor em corredores de longas distâncias está de acordo com a nossa hipótese e com estudos que mostram que, geralmente, praticantes apresentam maior tolerância à dor que não praticantes (Pettersen et al., 2020; Tesarz et al., 2012). A tolerância à dor é fortemente modulada por fatores psicológicos e sociais, habilidades de enfrentamento podem aumentar o controle da dor. Os atletas, assim como os praticantes recreacionais, principalmente de longas distâncias, são frequentemente expostos a experiências sensoriais desagradáveis durante os seus esforços físicos exaustivos, superando adversidades (Tesarz et al., 2012). Ainda que o relato de dor tenha aumentando progressivamente em todos os participantes durante o teste de tolerância, não houve diferença entre o pico de dor entre os grupos, diferente do que foi encontrado em um estudo que comparou atletas a não-atletas e mostrou que atletas possuem limiares de tolerância à dor mais elevados e sugere que essa resposta é dada a partir de experiências anteriores de dor, já que eles prosseguem voluntariamente com a sua rotina de treinamentos e competições, apesar da dor que surge (Geisler et al., 2020; Pettersen et al., 2020). Praticantes que apresentam melhores resultados na performance em corridas de longas distâncias podem estar associados a maior tolerância à dor (ZELLER et al., 2019).

Com maior envolvimento, ou seja, apaixonados, poderiam ser mais tolerantes, já que a paixão, principalmente obsessiva, leva a comportamentos que impulsionam e faz com que suporte mais desconforto e dor, levando a adotar comportamentos que aumentam o risco lesões (Curran et al., 2015; St-Cyr et al., 2021b). No entanto, não encontramos relação entre a tolerância e a paixão obsessiva. Os praticantes que apresentaram maiores volumes e frequência semanal de treinamento, assim como maiores velocidades apresentaram maiores escores de paixão obsessiva com tamanho de efeito moderado, embora somente no GCD a paixão obsessiva impactou no número de lesões. Essas características da paixão obsessiva mostram que os praticantes apresentam compulsão pela modalidade, desconsideram a recuperação do tecido e negam lesões menores (De Jonge et al., 2018). Além disso, podem, intencionalmente, desconsiderar os limites da sua capacidade física em prol de melhores resultados a curto prazo, o que pode justificar o impacto no número de lesões em nosso estudo (Curran et al., 2015).

4.3 Modulação condicionada da dor

Mesmo não havendo diferença na MCP intra e entre grupos, percebemos padrão diferente de resposta no GLD. Ao receber o estímulo condicionante (isquemia) (M2), houve modificação no sentido da reta no gráfico em relação ao M1, e se há mínima ou

nenhuma alteração na dor percebida do estímulo de teste com o estímulo de condicionamento, a MCP é considerada prejudicada (Sigmund et al., 2021). Uma resposta reduzida da MCP indica inibição menos eficaz da dor descendente e pode ser entendido como manifestação de sensibilização central (Woolf, 2011), o que contrasta com outro estudo que apresentou efeito negativo na MCP apenas em não-atletas sedentários (Flood, Waddington, Thompson, et al., 2017).

Normalmente, os praticantes de exercício de resistência apresentam melhor inibição da dor, principalmente se houver maior demanda física, colabora com maior tolerância e maior modulação (Assa et al., 2019). O que sugere que praticantes com maior eficiência na modulação da dor, prolongam o tempo de resistência em exercício submáximo, como as corridas de longas distâncias (Flood, Waddington, & Cathcart, 2017).

Existem vários mecanismos diferentes pelos quais o exercício regular pode impactar benéficamente os processos inibitórios e facilitadores da dor endógena. Os mecanismos potenciais provavelmente envolvem alterações nos neurotransmissores excitatórios e inibitórios primários do sistema nervoso central (SNC), aumento de opioides endógenos e preservação de estruturas cerebrais importantes para o funcionamento desses sistemas moduladores da dor (Naugle & Riley, 2014).

4.4 Somação temporal

No teste de somação temporal (ST), embora os resultados apresentem diferenças entre os tempos em todos os grupos, mostrou tamanho de efeito muito baixo, o que justifica a não representação de sensibilização central. Concordando com o nosso estudo, foi visto que a somação temporal não foi afetada, mesmo tendo alterado o desempenho físico significativamente com o treinamento de *endurance* (Hansen et al., 2020). Assim, o exercício vigoroso regular pode ajudar a manter o equilíbrio da transmissão excitatória e inibitória nas vias ascendentes e descendentes da dor, impedindo assim os processos que levam à sensibilização central (ou seja, amplificação da somação temporal da dor) (Naugle & Riley, 2014).

4.5 Limiar de dor por pressão

A tíbia é uma região que apresenta maior sensibilidade de nociceptores e pode ser explicada por ser um local de alto estresse mecânico, seja para corredores ou não,

principalmente nas regiões mais distais. Os nossos resultados apresentaram maior hiperalgesia mecânica no terço distal da tíbia direita e esquerda, com tamanho de efeito moderado a alto. Já no GLD, o LDP na tíbia esquerda apresentou tamanho de efeito maior que a direita, talvez por ser o lado direito o dominante em 19 dos 21 participantes, e com isso, ocorre maior habitação no membro dominante, já que ele dita a força e o ritmo durante a corrida.

De forma aguda, o que percebemos é que a corrida de longas distâncias, principalmente maratonistas, como resultado da cascata inflamatória (citocinas e miocinas envolvidas), pode manifestar plasticidade dos nociceptores, causando sensibilização central e déficit na inibição descendente, ou ainda uma combinação entre eles, em função dos microtraumas e dano causado pelas longas durações (Agnew et al., 2018a).

No GCD, foi encontrada correlação moderada positiva entre a tolerância e o LDP da tíbia medial direita e distal esquerda. As lesões por estresse na tíbia são muito comuns em corredores, principalmente em corredores recreacionais, e acredita-se que seja em decorrência de comprometimentos biomecânicos (Menéndez et al., 2020), e apresentar limiares mais altos, desde que não ocorra excesso, se torna positivo para os praticantes. O efeito crônico do exercício, ou seja, a repetição e as adaptações promovidas às estruturas envolvidas, acabam gerando adaptações também nas vias da dor, que podem habituar a via nociceptiva ou sensibilizar (Geisler et al., 2020). Mas se deve tomar cuidado com o excessivo feedback aferente, já que reduz a capacidade de regular adequadamente a resposta ao exercício e a habituação excessiva pode levar a maior ameaça ao tecido (Amann et al., 2015; De Paepe et al., 2019).

Ao avaliarmos o LDP em quatro regiões do joelho, não foram encontradas diferenças entre corredores de curta e longa distâncias e entre corredores e não-praticantes. Além disso, não houve correlação com tolerância, paixão e variáveis de treinamento. Poucos estudos trazem o LDP na região do joelho em praticantes de corrida saudáveis; uma revisão sistemática mostrou que a corrida pode proteger o joelho contra dor generalizada, mas diante de fatores como diferentes tipos de corrida e variáveis que envolvem treinamentos e competições o estudo foi limitado (Dhillon et al., 2023).

O joelho, sendo uma articulação sinovial com muitos receptores ósseos sensíveis a estímulos mecânicos, aliado a fatores como fraqueza muscular do quadríceps,

desequilíbrio entre músculos flexores e extensores do joelho, redução da mobilidade do tornozelo e pé, pode sofrer com o estresse provocado pela corrida (Kim et al., 2022; Kunene et al., 2019). Este estresse pode aumentar a produção de mediadores químicos pró-inflamatórios que respondem à distensão da cápsula articular, que possui poucos nociceptores (Hansen et al., 2020). Esta inflamação pode reduzir o limiar de ativação dos nociceptores, resultando em um estado de hipersensibilidade, como a hiperalgesia (Agnew et al., 2018b).

Embora a literatura sugira que volumes de treinamento mais altos e distâncias mais longas aumentem o risco de lesões, nossos estudos não confirmam isso, nem observamos alterações no LDP (Damsted et al., 2019; Fokkema et al., 2023). Outras pesquisas indicam que limiares de dor mais elevados estão associados a melhores desempenhos e resultados (Geisler et al., 2020; Zeller et al., 2019). Vale ressaltar que as dores relatadas por corredores geralmente são causadas por condições pré-existentes, como a síndrome da dor femoropatelar, a síndrome da banda iliotibial e a tendinopatia patelar, que não são necessariamente causadas pela corrida (Mellinger & Neurohr, 2019).

Limitações do estudo e aplicações clínicas

Este estudo apresenta informações importantes na elaboração de estratégias de prevenção e reabilitação, com o objetivo de reduzir as LRC, principalmente no que tange as diferenças encontradas entre as corridas de longas e curtas distâncias. Como ponto forte, esse foi o primeiro estudo a apresentar informações em corredores de diferentes provas e a relação com variáveis de treinamento e paixão pela modalidade na ausência de lesões instaladas, ou seja, em corredores que mantêm a prática regular da corrida. A corrida é um esporte extremamente popular e apaixonante, com isso, gerar informações que possam minimizar o afastamento da prática, colabora com maiores níveis de saúde mental e física. O fato de não realizar um acompanhamento com os corredores para entender o que acontece com a percepção e a tolerância à dor ao longo do tempo e identificar a possibilidade de novas lesões, se apresenta como uma limitação do estudo, sugerindo que estudos futuros realizem um acompanhamento sistemático dos corredores.

5 CONCLUSÃO

Os corredores de longas distâncias são mais tolerantes à dor, já os corredores de curtas distâncias mais apaixonados pela corrida e apresentam maiores números de lesões, assim como apresentar maior velocidade em seus treinamentos também influencia o

número de lesões. Além disso, participar de provas de curtas ou longas distâncias não afeta a percepção de dor na tíbia e no joelho, mas limiares de dor maiores se relacionam com maior tolerância à dor na tíbia em corredores de curtas distâncias.

REFERÊNCIAS

- Agnew, J. W., Hammer, S. B., Roy, A. L., & Rahmoune, A. (2018a). Central and peripheral pain sensitization during an ultra-marathon competition. *Scandinavian Journal of Pain*, *18*(4), 703–709. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2018-0079>
- Agnew, J. W., Hammer, S. B., Roy, A. L., & Rahmoune, A. (2018b). Central and peripheral pain sensitization during an ultra-marathon competition. *Scandinavian Journal of Pain*. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2018-0079>
- Amann, M., Sidhu, S. K., Weavil, J. C., Mangum, T. S., & Venturelli, M. (2015). Autonomic responses to exercise: Group III/IV muscle afferents and fatigue. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, *188*, 19–23. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2014.10.018>
- Arendt-Nielsen, L. (2015). Central sensitization in humans: Assessment and pharmacology. *Handbook of Experimental Pharmacology*, *227*, 79–102. https://doi.org/10.1007/978-3-662-46450-2_5
- Årnes, A. P., Nielsen, C. S., Stubhaug, A., Fjeld, M. K., Johansen, A., Morseth, B., Strand, B. H., Wilsgaard, T., & Steingrímssdóttir, Ó. A. (2023). Longitudinal relationships between habitual physical activity and pain tolerance in the general population. *PLoS ONE*, *18*(5 May). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285041>
- Assa, T., Geva, N., Zarkh, Y., & Defrin, R. (2019). The type of sport matters: Pain perception of endurance athletes versus strength athletes. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, *23*(4), 686–696. <https://doi.org/10.1002/ejp.1335>
- Aweid, O., Gallie, R., Morrissey, D., Crisp, T., Maffulli, N., Malliaras, P., & Padhiar, N. (2014). Medial tibial pain pressure threshold algometry in runners. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *22*(7), 1549–1555. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2558-0>
- Bodes Pardo, G., Lluch Girbés, E., Roussel, N. A., Gallego Izquierdo, T., Jiménez Penick, V., & Pecos Martín, D. (2018). Pain Neurophysiology Education and Therapeutic Exercise for Patients With Chronic Low Back Pain: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *99*(2), 338–347. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.10.016>
- Boullosa, D., Esteve-Lanao, J., Casado, A., Peyré-Tartaruga, L. A., Gomes da Rosa, R., & Del Coso, J. (2020). Factors Affecting Training and Physical Performance in Recreational Endurance Runners. *Sports*, *8*(3), 35. <https://doi.org/10.3390/sports8030035>
- Chagas, T. P. N., & DeSantana, J. M. (2023). Athletes choose to feel pain! *Brazilian Journal Of Pain*, *6*(1). <https://doi.org/10.5935/2595-0118.2023010-en>
- Curran, T., Hill, A. P., Appleton, P. R., Vallerand, R. J., & Standage, M. (2015). The psychology of passion: A meta-analytical review of a decade of research on

intrapersonal outcomes. *Motivation and Emotion*, 39(5), 631–655.
<https://doi.org/10.1007/s11031-015-9503-0>

De Jonge, J., Balk, Y. A., & Taris, T. W. (2020). Mental recovery and running-related injuries in recreational runners: The moderating role of passion for running. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3).
<https://doi.org/10.3390/ijerph17031044>

De Jonge, J., Van Iperen, L., Gevers, J., & Vos, S. (2018). “Take a Mental Break!” study: Role of mental aspects in running-related injuries using a randomised controlled trial. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 4(1). <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000427>

De Paepe, A. L., Amanda, A. C., & Crombez, G. (2019). Habituation to pain: A motivationalethological perspective. In *Pain* (Vol. 160, Issue 8, pp. 1693–1697). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001533>

DeJong, A. F., Fish, P. N., & Hertel, J. (2021). Running behaviors, motivations, and injury risk during the COVID-19 pandemic: A survey of 1147 runners. *PLoS ONE*, 16(2 February). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246300>

Dhillon, J., Kraeutler, M. J., Belk, J. W., Scillia, A. J., McCarty, E. C., Ansah-Twum, J. K., & McCulloch, P. C. (2023). Effects of Running on the Development of Knee Osteoarthritis: An Updated Systematic Review at Short-Term Follow-up. In *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* (Vol. 11, Issue 3). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.1177/23259671231152900>

Dickie, A. C., McCormick, B., Lukito, V., Wilson, K. L., & Torsney, C. (2017). Inflammatory pain reduces C fiber activity-dependent slowing in a sex-dependent manner, amplifying nociceptive input to the spinal cord. *Journal of Neuroscience*, 37(27), 6488–6502.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3816-16.2017>

Eckenrode, B. J., Kietrys, D. M., Brown, A., Parrott, J. S., & Noehren, B. (2023). Signs of Nervous System Sensitization in Female Runners with Chronic Patellofemoral Pain. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 18(1), 132–144.
<https://doi.org/10.26603/001c.57603>

Flood, A., Waddington, G., & Cathcart, S. (2017). Examining the relationship between endogenous pain modulation capacity and endurance exercise performance. *Research in Sports Medicine*, 25(3), 300–312. <https://doi.org/10.1080/15438627.2017.1314291>

Flood, A., Waddington, G., Thompson, K., & Cathcart, S. (2017). Increased conditioned pain modulation in athletes. *Journal of Sports Sciences*, 35(11), 1066–1072.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1210196>

Fokkema, T., Varkevisser, N., de Vos, R. J., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & van Middelkoop, M. (2023). Factors Associated With Running-Related Injuries in Recreational Runners With a History of Running Injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 33(1), 61–66.
<https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000001076>

- Geisler, M., Herbsleb, M., Bär, K. J., & Weiss, T. (2020). Dissociation of Endogenous Pain Inhibition Due to Conditioned Pain Modulation and Placebo in Male Athletes Versus Nonathletes. *Frontiers in Psychology, 11*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.553530>
- Geisler, M., Ritter, A., Herbsleb, M., Bär, K. J., & Weiss, T. (2021). Neural mechanisms of pain processing differ between endurance athletes and nonathletes: A functional connectivity magnetic resonance imaging study. *Human Brain Mapping, 42*(18), 5927–5942. <https://doi.org/10.1002/hbm.25659>
- Goston, J. L., & Mendes, L. L. (n.d.). Artigo original. In *Rev Bras Med Esporte* (Vol. 17).
- Hainline, B., Turner, J. A., Caneiro, J. P., Stewart, M., & Lorimer Moseley, G. (2017). Pain in elite athletes - Neurophysiological, biomechanical and psychosocial considerations: A narrative review. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 51, Issue 17, pp. 1259–1264). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097890>
- Hansen, S., Dalgaard, R. C., Mikkelsen, P. S., Sorensen, M. B., & Petersen, K. K. (2020). Modulation of exercise-induced hypoalgesia following an exercise intervention in healthy subjects. *Pain Medicine (United States), 21*(12), 3556–3566. <https://doi.org/10.1093/PM/PNAA212>
- Herrero, J. F., Laird, J. M. A., & Lopez-Garcia, J. A. (n.d.). *Wind-up of spinal cord neurones and pain sensation: much ado about something?* www.elsevier.com/locate/pneurobio
- Hespanhol Junior, L. C., Costa, L. O. P., Carvalho, A. C. A., & Lopes, A. D. (n.d.). Artigo original A description of training characteristics and its association with previous musculoskeletal injuries in recreational runners: a cross-sectional study. *Rev Bras Fisioter, 16*(1), 46–53.
- Hespanhol Junior, L. C., Pillay, J. D., van Mechelen, W., & Verhagen, E. (2015). Meta-Analyses of the Effects of Habitual Running on Indices of Health in Physically Inactive Adults. In *Sports Medicine* (Vol. 45, Issue 10, pp. 1455–1468). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0359-y>
- Hespanhol Junior, L. C., van Mechelen, W., Postuma, E., & Verhagen, E. (2016). Health and economic burden of running-related injuries in runners training for an event: A prospective cohort study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 26*(9), 1091–1099. <https://doi.org/10.1111/sms.12541>
- Jones, M. D., Booth, J., Taylor, J. L., & Barry, B. K. (2014). Aerobic training increases pain tolerance in healthy individuals. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 46*(8), 1640–1647. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000273>
- Kakouris, N., Yener, N., & Fong, D. T. P. (2021). A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. In *Journal of Sport and Health Science* (Vol. 10, Issue 5, pp. 513–522). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.04.001>
- Lopes, A. D., Mascarinas, A., & Hespanhol, L. (2023). Are alterations in running biomechanics associated with running injuries? A systematic review with meta-analysis. In *Brazilian Journal of Physical Therapy* (Vol. 27, Issue 4). Revista Brasileira de Fisioterapia. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2023.100538>

- Mauger, L. (2014). Factors affecting the regulation of pacing: current perspectives. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 209. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s38599>
- Mellinger, S., & Neurohr, G. A. (2019). Evidence based treatment options for common knee injuries in runners. *Annals of Translational Medicine*, 7(S7), S249–S249. <https://doi.org/10.21037/atm.2019.04.08>
- Menéndez, C., Batalla, L., Prieto, A., Rodríguez, M. Á., Crespo, I., & Olmedillas, H. (2020). Medial tibial stress syndrome in novice and recreational runners: A systematic review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 17, Issue 20, pp. 1–13). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207457>
- Mousavi, S. H., Hijmans, J. M., Minoonejad, H., Rajabi, R., & Zwerver, J. (2021). Factors associated with lower limb injuries in recreational runners: A cross-sectional survey including mental aspects and sleep quality. *Journal of Sports Science and Medicine*, 20(2), 204–215. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.204>
- Naugle, K. M., & Riley, J. L. (2014). Self-reported physical activity predicts pain inhibitory and facilitatory function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(3), 622–629. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a69cf1>
- O'Connor, P. J. (2021). Pain During a Marathon Run: Prevalence and Correlates in a Cross-Sectional Study of 1,251 Recreational Runners in 251 Marathons. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.630584>
- Pazzinatto, M. F., de Oliveira Silva, D., Pradela, J., Coura, M. B., Barton, C., & de Azevedo, F. M. (2017). Local and widespread hyperalgesia in female runners with patellofemoral pain are influenced by running volume. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(4), 362–367. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.09.004>
- Pettersen, S. D., Aslaksen, P. M., & Pettersen, S. A. (2020). Pain Processing in Elite and High-Level Athletes Compared to Non-athletes. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01908>
- Ristolainen, L., Heinonen, A., Turunen, H., Mannström, H., Waller, B., Kettunen, J. A., & Kujala, U. M. (2010). Type of sport is related to injury profile: A study on cross country skiers, swimmers, long-distance runners and soccer players. A retrospective 12-month study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(3), 384–393. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00955.x>
- Sanz-López, F., Berzosa, C., Hita-Contreras, F., & Martínez-Amat, A. (2017). Effects of eccentric overload training on patellar tendon and vastus lateralis in three days of consecutive running. *Knee*, 24(3), 570–579. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2017.03.002>
- Schache, A. G., Dorn, T. W., Williams, G. P., T Brown, N. A., & Pandy, G. (2014). LOWER-LIMB MUSCULAR STRATEGIES FOR INCREASING RUNNING SPEED 1 2. In *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy® Downloaded from www.jospt.org at University of Dayton on August* (Vol. 12). www.jospt.org
- Sigmund, K. J., Bement, M. K. H., & Earl-Boehm, J. E. (2021). Exploring the pain in patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis examining signs of central

- sensitization. In *Journal of Athletic Training* (Vol. 56, Issue 8, pp. 887–901). National Athletic Trainers' Association Inc. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0190.20>
- Smith-Tran, A. (2021). “Finally Something for Us”: Black Girls Run! and Racialized Space-Making in Recreational Running. *Journal of Sport and Social Issues*, 45(3), 235–250. <https://doi.org/10.1177/0193723519899241>
- Smyth, B., Lawlor, A., Berndsen, J., & Feely, C. (2022). Recommendations for marathon runners: on the application of recommender systems and machine learning to support recreational marathon runners. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 32(5), 787–838. <https://doi.org/10.1007/s11257-021-09299-3>
- Starkweather, A. R., Heineman, A., Storey, S., Rubia, G., Lyon, D. E., Greenspan, J., & Dorsey, S. G. (2016). Methods to measure peripheral and central sensitization using quantitative sensory testing: A focus on individuals with low back pain. *Applied Nursing Research*, 29, 237–241. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2015.03.013>
- Staud, R., Craggs, J. G., Perlstein, W. M., Robinson, M. E., & Price, D. D. (2008). Brain activity associated with slow temporal summation of C-fiber evoked pain in fibromyalgia patients and healthy controls. *European Journal of Pain*, 12(8), 1078–1089. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2008.02.002>
- St-Cyr, J., Vallerand, R. J., & Chénard-Poirier, L. A. (2021a). The role of passion and achievement goals in optimal functioning in sports. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17). <https://doi.org/10.3390/ijerph18179023>
- St-Cyr, J., Vallerand, R. J., & Chénard-Poirier, L. A. (2021b). The role of passion and achievement goals in optimal functioning in sports. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17). <https://doi.org/10.3390/ijerph18179023>
- Tesarz, J., Schuster, A. K., Hartmann, M., Gerhardt, A., & Eich, W. (2012). Pain perception in athletes compared to normally active controls: A systematic review with meta-analysis. *Pain*, 153(6), 1253–1262. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2012.03.005>
- van der Miesen, M. M., Vossen, C. J., & Joosten, E. A. (2023). Habituation to Pain in Patients with Chronic Pain: Clinical Implications and Future Directions. In *Journal of Clinical Medicine* (Vol. 12, Issue 13). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/jcm12134305>
- Van Der Worp, M. P., Ten Haaf, D. S. M., Van Cingel, R., De Wijer, A., Nijhuis-Van Der Sanden, M. W. G., & Bart Staal, J. (2015). Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences. In *PLoS ONE* (Vol. 10, Issue 2). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114937>
- Van Gent, R. N., Siem, D., Van Middelkoop, M., Van Os, A. G., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Koes, B. W. (2007). Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: A systematic review. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 41, Issue 8, pp. 469–480). <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033548>

- van Poppel, D., Scholten-Peeters, G. G. M., van Middelkoop, M., Koes, B. W., & Verhagen, A. P. (2018). Risk models for lower extremity injuries among short- and long distance runners: A prospective cohort study. *Musculoskeletal Science and Practice*, *36*, 48–53. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2018.04.007>
- van Poppel, D., van der Worp, M., Slabbekoorn, A., van den Heuvel, S. S. P., van Middelkoop, M., Koes, B. W., Verhagen, A. P., & Scholten-Peeters, G. G. M. (2021a). Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, *10*(1), 14–28. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.006>
- van Poppel, D., van der Worp, M., Slabbekoorn, A., van den Heuvel, S. S. P., van Middelkoop, M., Koes, B. W., Verhagen, A. P., & Scholten-Peeters, G. G. M. (2021b). Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, *10*(1), 14–28. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.006>
- Vase, L., Nikolajsen, L., Christensen, B., Egsgaard, L. L., Arendt-Nielsen, L., Svensson, P., & Staehelin Jensen, T. (2011). Cognitive-emotional sensitization contributes to wind-up-like pain in phantom limb pain patients. *Pain*, *152*(1), 157–162. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.10.013>
- von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., & Vandenbroucke, J. P. (2014). The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. *International Journal of Surgery*, *12*(12), 1495–1499. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2014.07.013>
- Woolf, C. J. (2011). Central sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain. In *Pain* (Vol. 152, Issue SUPPL.3). <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.09.030>
- Yarnitsky, D., Arendt-Nielsen, L., Bouhassira, D., Edwards, R. R., Fillingim, R. B., Granot, M., Hansson, P., Lautenbacher, S., Marchand, S., & Wilder-Smith, O. (2010). Recommendations on terminology and practice of psychophysical DNIC testing. In *European Journal of Pain* (Vol. 14, Issue 4, p. 339). <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2010.02.004>
- Zeller, L., Shimoni, N., Vodonos, A., Sagy, I., Barski, L., & Buskila, D. (n.d.-a). *Pain sensitivity and athletic performance Fax: +972-073898135*. <https://doi.org/10.1101/514224>
- Zeller, L., Shimoni, N., Vodonos, A., Sagy, I., Barski, L., & Buskila, D. (n.d.-b). *Pain sensitivity and athletic performance Fax: +972-073898135*. <https://doi.org/10.1101/514224>

5 CONCLUSÃO

Em praticantes de exercício de endurance, assim como a corrida, se sabe do efeito HIE, que não só de forma aguda pode colaborar para redução de quadros de dor, mas também cronicamente (Tesarz et al., 2013; Zeller et al., 2019; Zou et al., 2019). No entanto, a literatura não dispõe de informações consistentes que possam explicar como os processos agudos causados por microtraumas relacionados à prática de exercícios podem promover habituação da via de dor ou sensibilização neural. Como sabemos, a grande maioria das lesões são causadas por *overuse*, o que leva a crer que não respeitar progressões com volumes e intensidades, assim como o intervalo de recuperação, pode aumentar a chance de lesões e promover maior tempo de afastamento da prática da atividade.

Além disso, apesar do aumento da tolerância à dor promovida pela prática regular, em função da exposição repetida de exercícios de baixa e alta intensidade, ainda não se sabe o que acontece com a percepção da dor. Com isso, a habituação pode ser promovida, principalmente por intervalos de recuperação adequados e rotinas de treinamento que não excedam a capacidade recuperação do tecido, levando a uma adaptação neural positiva que reflete em melhores níveis de condicionamentos e reduz chance de lesões.

REFERÊNCIAS

- Agnew, J. W., Hammer, S. B., Roy, A. L., & Rahmoune, A. (2018). Central and peripheral pain sensitization during an ultra-marathon competition. *Scandinavian Journal of Pain*, 18(4), 703–709. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2018-0079>
- Alfieri, F. M., & Battistella, L. R. (2018). Body temperature of healthy men evaluated by thermography: A study of reproducibility. *Technology and Health Care*, 26(3), 559–564. <https://doi.org/10.3233/THC-171164>
- Arendt-Nielsen, L. (2015). Central sensitization in humans: Assessment and pharmacology. *Handbook of Experimental Pharmacology*, 227, 79–102. https://doi.org/10.1007/978-3-662-46450-2_5
- Arendt-Nielsen, L., & Graven-Nielsen, T. (2011). Translational musculoskeletal pain research. In *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology* (Vol. 25, Issue 2, pp. 209–226). Bailliere Tindall Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2010.01.013>
- Arendt-Nielsen, L., Morlion, B., Perrot, S., Dahan, A., Dickenson, A., Kress, H. G., Wells, C., Bouhassira, D., & Mohr Drewes, A. (2018). Assessment and manifestation of central sensitisation across different chronic pain conditions. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 22(2), 216–241. <https://doi.org/10.1002/ejp.1140>
- Årnes, A. P., Nielsen, C. S., Stubhaug, A., Fjeld, M. K., Johansen, A., Morseth, B., Strand, B. H., Wilsgaard, T., & Steingrimsdóttir, Ó. A. (2023). Longitudinal relationships between habitual physical activity and pain tolerance in the general population. *PLoS ONE*, 18(5 May). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285041>
- Assa, T., Geva, N., Zarkh, Y., & Defrin, R. (2019). The type of sport matters: Pain perception of endurance athletes versus strength athletes. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 23(4), 686–696. <https://doi.org/10.1002/ejp.1335>
- Bahr, R., Clarsen, B., Derman, W., Dvorak, J., Emery, C. A., Finch, C. F., Häggglund, M., Junge, A., Kemp, S., Khan, K. M., Marshall, S. W., Meeuwisse, W., Mountjoy, M., Orchard, J. W., Pluim, B., Quarrie, K. L., Reider, B., Schweltnus, M., Soligard, T., ... Chamari, K. (2020). International Olympic Committee Consensus Statement: Methods for Recording and Reporting of Epidemiological Data on Injury and Illness in Sports 2020

(Including the STROBE Extension for Sports Injury and Illness Surveillance (STROBE-SIIS)). *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(2).
<https://doi.org/10.1177/2325967120902908>

Belavy, D. L., Van Oosterwijck, J., Clarkson, M., Dhondt, E., Mundell, N. L., Miller, C. T., & Owen, P. J. (2021). Pain sensitivity is reduced by exercise training: Evidence from a systematic review and meta-analysis. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* (Vol. 120, pp. 100–108). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.11.012>

Belechri, M., Petridou, E., Kedikoglou, S., & Trichopoulos, D. (n.d.). *Sports injuries among children in six European union countries*.

Booth, J., Moseley, G. L., Schiltenswolf, M., Cashin, A., Davies, M., & Hübscher, M. (2017). Exercise for chronic musculoskeletal pain: A biopsychosocial approach. *Musculoskeletal Care*, 15(4), 413–421. <https://doi.org/10.1002/msc.1191>

Boullosa, D., Esteve-Lanao, J., Casado, A., Peyré-Tartaruga, L. A., Da Rosa, R. G., & Del Coso, J. (2020a). Factors affecting training and physical performance in recreational endurance runners. In *Sports* (Vol. 8, Issue 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/sports8030035>

Boullosa, D., Esteve-Lanao, J., Casado, A., Peyré-Tartaruga, L. A., Da Rosa, R. G., & Del Coso, J. (2020b). Factors affecting training and physical performance in recreational endurance runners. In *Sports* (Vol. 8, Issue 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/sports8030035>

Bourne, S., Machado, A. G., & Nagel, S. J. (2014). Basic anatomy and physiology of pain pathways. In *Neurosurgery Clinics of North America* (Vol. 25, Issue 4, pp. 629–638). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2014.06.001>

Briggs, A. M., Woolf, A. D., Dreinhöfer, K., Homb, N., Hoy, D. G., Kopansky-Giles, D., Åkesson, K., & March, L. (2018). Reducing the global burden of musculoskeletal conditions. In *Bulletin of the World Health Organization* (Vol. 96, Issue 5, pp. 366–368). World Health Organization. <https://doi.org/10.2471/BLT.17.204891>

Buckingham, A., & Richardson, E. J. (2021). The Relationship Between Psychological Resilience and Pain Threshold and Tolerance: Optimism and Grit as Moderators. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, 28(3), 518–528. <https://doi.org/10.1007/s10880-020-09731-7>

- Buist, I., Bredeweg, S. W., Bessem, B., Van Mechelen, W., Lemmink, K. A. P. M., & Diercks, R. L. (2010). Incidence and risk factors of running-related injuries during preparation for a 4-mile recreational running event. *British Journal of Sports Medicine*, *44*(8), 598–604. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.044677>
- Burke, A., Dillon, S., O'Connor, S., Whyte, E. F., Gore, S., & Moran, K. A. (2023). Aetiological Factors of Running-Related Injuries: A 12 Month Prospective “Running Injury Surveillance Centre” (RISC) Study. *Sports Medicine - Open*, *9*(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00589-1>
- Cata, J. P., Uhelski, M. L., Gorur, A., & Dougherty, P. M. (2022). Nociception and Pain: New Roles for Exosomes. In *Neuroscientist* (Vol. 28, Issue 4, pp. 349–363). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/10738584211027105>
- Çevik, M. Ö. (2014). Habituation, sensitization, and Pavlovian conditioning. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, *8*(FEB). <https://doi.org/10.3389/fnint.2014.00013>
- Ceyssens, L., Vanelderden, R., Barton, C., Malliaras, P., & Dingenen, B. (2019). Biomechanical Risk Factors Associated with Running-Related Injuries: A Systematic Review. In *Sports Medicine* (Vol. 49, Issue 7, pp. 1095–1115). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01110-z>
- Chimenti, R. L., Frey-Law, L. A., Sluka, K. A., Chimenti, R. L., Frey-Law, L. A., & Sluka, K. A. (2018). Perspective A Mechanism-Based Approach to Physical Therapist Management of Pain. In *Physical Therapy* (Vol. 98, Issue 5). <https://academic.oup.com/ptj>
- Cimpean, A., & David, D. (2019). The mechanisms of pain tolerance and pain-related anxiety in acute pain. *Health Psychology Open*, *6*(2). <https://doi.org/10.1177/2055102919865161>
- Clarsen, B., Myklebust, G., & Bahr, R. (n.d.). *Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012>
- Damien, J., Colloca, L., Bellei-Rodriguez, C. É., & Marchand, S. (2018). Pain Modulation: From Conditioned Pain Modulation to Placebo and Nocebo Effects in Experimental and Clinical Pain. In *International Review of Neurobiology* (Vol. 139, pp. 255–296). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.irn.2018.07.024>

- De Jonge, J., Balk, Y. A., & Taris, T. W. (2020). Mental recovery and running-related injuries in recreational runners: The moderating role of passion for running. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph17031044>
- De Jonge, J., Van Iperen, L., Gevers, J., & Vos, S. (2018). “Take a Mental Break!” study: Role of mental aspects in running-related injuries using a randomised controlled trial. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 4(1). <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000427>
- DeJong, A. F., Fish, P. N., & Hertel, J. (2021). Running behaviors, motivations, and injury risk during the COVID-19 pandemic: A survey of 1147 runners. *PLoS ONE*, 16(2 February). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246300>
- DESANTANA, 2020_DEFINIÇÃO DE DOR. (n.d.).
- Dias Lopes, A., Carlos, L., Junior, H., Yeung, S. S., & Oliveira Pena Costa, L. (1947). *What are the Main Running-Related Musculoskeletal Injuries? A Systematic Review*.
- Diotaiuti, P., Rodio, A., Corrado, S., Mancone, S., Bellizzi, F., Siqueira, T. C., & Andrade, A. (2022). Perceived Pain in Athletes: A Comparison between Endurance Runners and Powerlifters through a Cold Experimental Stimulation and Two Sessions of Various Physical Activation. *Sports*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/sports10120211>
- Dubin, A. E., & Patapoutian, A. (2010). Nociceptors: The sensors of the pain pathway. In *Journal of Clinical Investigation* (Vol. 120, Issue 11, pp. 3760–3772). <https://doi.org/10.1172/JCI42843>
- Edwards, R. R. (2005). *Medical Hypotheses Individual differences in endogenous pain modulation as a risk factor for chronic pain*.
- Francis, P., Thornley, I., Jones, A., & Johnson, M. I. (2020). Pain and function in the runner a ten (Din) uous link. *Medicina (Lithuania)*, 56(1). <https://doi.org/10.3390/medicina56010021>
- Francis, P., Whatman, C., Sheerin, K., Hume, P., & Johnson, M. I. (2019). The proportion of lower limb running injuries by gender, anatomical location and specific pathology: A systematic review. In *Journal of Sports Science and Medicine* (Vol. 18, Issue 1, pp. 21–31). *Journal of Sport Science and Medicine*.

- Fredericson, M., & Misra, A. K. (2007). Epidemiology and Aetiology of Marathon Running Injuries. In *Epidemiology and Aetiology of Marathon Running Injuries* (Vol. 37, Issue 5).
- Fuller, C. W., Molloy, M. G., Bagate, C., Bahr, R., M Brooks, J. H., Donson, H., T Kemp, S. P., McCrory, P., McIntosh, A. S., Meeuwisse, W. H., Quarrie, K. L., Raftery, M., & Wileykk, P. (2007). Consensus Statement on Injury Definitions and Data Collection Procedures for Studies of Injuries in Rugby Union. In *Clin J Sport Med* (Vol. 17).
- Gajardo-Burgos, R., Monrroy-Uarac, M., Barría-Pailaquilén, R. M., Norambuena-Noches, Y., van Rensburg, D. C. J., Bascour-Sandoval, C., & Besomi, M. (2021). Frequency of injury and illness in the final 4 weeks before a trail running competition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph18105431>
- Geisler, M., Eichelkraut, L., Miltner, W. H. R., & Weiss, T. (2019). Expectation of exercise in trained athletes results in a reduction of central processing to nociceptive stimulation. *Behavioural Brain Research*, 356, 314–321. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2018.08.036>
- Geisler, M., Herbsleb, M., Bär, K. J., & Weiss, T. (2020). Dissociation of Endogenous Pain Inhibition Due to Conditioned Pain Modulation and Placebo in Male Athletes Versus Nonathletes. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.553530>
- Geisler, M., Ritter, A., Herbsleb, M., Bär, K. J., & Weiss, T. (2021a). Neural mechanisms of pain processing differ between endurance athletes and nonathletes: A functional connectivity magnetic resonance imaging study. *Human Brain Mapping*, 42(18), 5927–5942. <https://doi.org/10.1002/hbm.25659>
- Geisler, M., Ritter, A., Herbsleb, M., Bär, K. J., & Weiss, T. (2021b). Neural mechanisms of pain processing differ between endurance athletes and nonathletes: A functional connectivity magnetic resonance imaging study. *Human Brain Mapping*, 42(18), 5927–5942. <https://doi.org/10.1002/hbm.25659>
- Gentili, C., Rickardsson, J., Zetterqvist, V., Simons, L. E., Lekander, M., & Wicksell, R. K. (2019). Psychological Flexibility as a Resilience Factor in Individuals With Chronic Pain. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02016>
- Giordano, J. (2005). Giordano • Neurobiology of Nociceptive and Anti-nociceptive Systems The Neurobiology of Nociceptive and Anti-nociceptive Systems. *Pain Physician*, 8(3).

- Goubert, L., & Trompetter, H. (2017). Towards a science and practice of resilience in the face of pain. In *European Journal of Pain (United Kingdom)* (Vol. 21, Issue 8, pp. 1301–1315). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/ejp.1062>
- Gregory, N. S., Brito, R. G., Fusaro, M. C. G. O., & Sluka, K. A. (2016). ASIC3 Is Required for Development of Fatigue-Induced Hyperalgesia. *Molecular Neurobiology*, *53*(2), 1020–1030. <https://doi.org/10.1007/s12035-014-9055-4>
- Hainline, B., Turner, J. A., Caneiro, J. P., Stewart, M., & Lorimer Moseley, G. (2017). Pain in elite athletes - Neurophysiological, biomechanical and psychosocial considerations: A narrative review. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 51, Issue 17, pp. 1259–1264). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097890>
- Hawrylak, A., Matner, P., Demidaś, A., Barczyk-Pawelec, K., & Demczuk-Włodarczyk, E. (2019). Static and dynamic plantar pressure distribution in amateur marathon runners. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 76–81. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.07964-1>
- Hespanhol Junior, L. C., Pillay, J. D., van Mechelen, W., & Verhagen, E. (2015). Meta-Analyses of the Effects of Habitual Running on Indices of Health in Physically Inactive Adults. In *Sports Medicine* (Vol. 45, Issue 10, pp. 1455–1468). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0359-y>
- Hespanhol Junior, L. C., van Mechelen, W., Postuma, E., & Verhagen, E. (2016). Health and economic burden of running-related injuries in runners training for an event: A prospective cohort study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *26*(9), 1091–1099. <https://doi.org/10.1111/sms.12541>
- Hulteen, R. M., Smith, J. J., Morgan, P. J., Barnett, L. M., Hallal, P. C., Colyvas, K., & Lubans, D. R. (2017). Global participation in sport and leisure-time physical activities: A systematic review and meta-analysis. In *Preventive Medicine* (Vol. 95, pp. 14–25). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.11.027>
- Igolnikov, I., Gallagher, R. M., & Hainline, B. (2018a). Sport-related injury and pain classification. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 158, pp. 423–430). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63954-7.00039-2>

- Igolnikov, I., Gallagher, R. M., & Hainline, B. (2018b). Sport-related injury and pain classification. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 158, pp. 423–430). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63954-7.00039-2>
- Ji, R. R., Nackley, A., Huh, Y., Terrando, N., & Maixner, W. (2018). Neuroinflammation and central sensitization in chronic and widespread pain. *Anesthesiology*, *129*(2), 343–366. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002130>
- Jones, M. D., Booth, J., Taylor, J. L., & Barry, B. K. (2014). Aerobic training increases pain tolerance in healthy individuals. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *46*(8), 1640–1647. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000273>
- Kakouris, N., Yener, N., & Fong, D. T. P. (2021). A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. In *Journal of Sport and Health Science* (Vol. 10, Issue 5, pp. 513–522). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.04.001>
- Kiernan, D., Hawkins, D. A., Manoukian, M. A. C., McKallip, M., Oelsner, L., Caskey, C. F., & Coolbaugh, C. L. (2018). Accelerometer-based prediction of running injury in National Collegiate Athletic Association track athletes. *Journal of Biomechanics*, *73*, 201–209. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.04.001>
- Kluitenberg, B., van Middelkoop, M., Diercks, R., & van der Worp, H. (2015). What are the Differences in Injury Proportions Between Different Populations of Runners? A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Sports Medicine* (Vol. 45, Issue 8, pp. 1143–1161). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0331-x>
- Lee, G. I., & Neumeister, M. W. (2020). Pain: Pathways and Physiology. In *Clinics in Plastic Surgery* (Vol. 47, Issue 2, pp. 173–180). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2019.11.001>
- León-Guereño, P., Tapia-Serrano, M. A., & Sánchez-Miguel, P. A. (2020). The relationship of recreational runners' motivation and resilience levels to the incidence of injury: A mediation model. *PLoS ONE*, *15*(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231628>
- Lima, L. V., Abner, T. S. S., & Sluka, K. A. (2017). Does exercise increase or decrease pain? Central mechanisms underlying these two phenomena. *Journal of Physiology*, *595*(13), 4141–4150. <https://doi.org/10.1113/JP273355>

- Lopes, A. D., Mascarinas, A., & Hespanhol, L. (2023a). Are alterations in running biomechanics associated with running injuries? A systematic review with meta-analysis. In *Brazilian Journal of Physical Therapy* (Vol. 27, Issue 4). Revista Brasileira de Fisioterapia. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2023.100538>
- Lopes, A. D., Mascarinas, A., & Hespanhol, L. (2023b). Are alterations in running biomechanics associated with running injuries? A systematic review with meta-analysis. In *Brazilian Journal of Physical Therapy* (Vol. 27, Issue 4). Revista Brasileira de Fisioterapia. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2023.100538>
- Lue, Y. J., Wang, H. H., Cheng, K. I., Chen, C. H., & Lu, Y. M. (2018). Thermal pain tolerance and pain rating in normal subjects: Gender and age effects. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 22(6), 1035–1042. <https://doi.org/10.1002/ejp.1188>
- Malisoux, L., & Theisen, D. (2020). Can the “Appropriate” footwear prevent injury in leisure-time running? evidence versus beliefs. *Journal of Athletic Training*, 55(12), 1215–1223. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-523-19>
- Marti, B., Paul Vader, J., Minder, C. E., & Abelin, T. (n.d.). *On the epidemiology of running injuries The 1984 Bern Grand-Prix study*.
- Maselli, F., Storari, L., Barbari, V., Colombi, A., Turolla, A., Gianola, S., Rossetini, G., & Testa, M. (2020). Prevalence and incidence of low back pain among runners: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03357-4>
- McCarberg, B., & Peppin, J. (2019). Pain Pathways and Nervous System Plasticity: Learning and Memory in Pain. *Pain Medicine (United States)*, 20(12), 2421–2437. <https://doi.org/10.1093/pm/pnz017>
- McDougall, J., Jutzeler, C. R., Scott, A., Crocker, P. R. E., & Kramer, J. L. K. (2020). Conditioned pain modulation in elite athletes: A systematic review and meta-analysis. In *Scandinavian Journal of Pain* (Vol. 20, Issue 3, pp. 429–438). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2019-0153>
- Merkle, S. L., Sluka, K. A., & Frey-Law, L. A. (2020). The interaction between pain and movement. *Journal of Hand Therapy*, 33(1), 60–66. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2018.05.001>

- Messier, S. P., Martin, D. F., Mihalko, S. L., Ip, E., DeVita, P., Cannon, D. W., Love, M., Beringer, D., Saldana, S., Fellin, R. E., & Seay, J. F. (2018). A 2-Year Prospective Cohort Study of Overuse Running Injuries: The Runners and Injury Longitudinal Study (TRAILS). *American Journal of Sports Medicine*, *46*(9), 2211–2221. <https://doi.org/10.1177/0363546518773755>
- Mousavi, S. H., Hijmans, J. M., Minoonejad, H., Rajabi, R., & Zwerver, J. (2021). Factors associated with lower limb injuries in recreational runners: A cross-sectional survey including mental aspects and sleep quality. *Journal of Sports Science and Medicine*, *20*(2), 204–215. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.204>
- Mücke, M., Cuhls, H., Radbruch, L., Baron, R., Maier, C., Tölle, T., Treede, R. D., & Rolke, R. (2021). Quantitative sensory testing (QST). English version. *Schmerz*, *35*, 153–160. <https://doi.org/10.1007/s00482-015-0093-2>
- Nielsen, C. S., Price, D. D., Vassend, O., Stubhaug, A., & Harris, J. R. (2005). Characterizing individual differences in heat-pain sensitivity. *Pain*, *119*(1–3), 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2005.09.018>
- Nielsen, R. O., Buist, I., Parner, E. T., Nohr, E. A., Sørensen, H., Lind, M., & Rasmussen, S. (2013). Predictors of running-related injuries among 930 novice runners: A 1-year prospective follow-up study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, *1*(1), 1–7. <https://doi.org/10.1177/2325967113487316>
- Nielsen, R. O., Buist, I., Sørensen, H., Lind, M., & Rasmussen, S. (2012). TRAINING ERRORS AND RUNNING RELATED INJURIES: A SYSTEMATIC REVIEW. In *The International Journal of Sports Physical Therapy* | (Vol. 7, Issue 1).
- Nielsen, R. O., Rønnow, L., Rasmussen, S., & Lind, M. (2014). A prospective study on time to recovery in 254 injured novice runners. *PLoS ONE*, *9*(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099877>
- Nir, R. R., & Yarnitsky, D. (2015). Conditioned pain modulation. In *Current Opinion in Supportive and Palliative Care* (Vol. 9, Issue 2, pp. 131–137). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/SPC.0000000000000126>
- O'Connor, P. J. (2021). Pain During a Marathon Run: Prevalence and Correlates in a Cross-Sectional Study of 1,251 Recreational Runners in 251 Marathons. *Frontiers in Sports and Active Living*, *3*. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.630584>

- Oja, P., Titze, S., Kokko, S., Kujala, U. M., Heinonen, A., Kelly, P., Koski, P., & Foster, C. (2015). Health benefits of different sport disciplines for adults: Systematic review of observational and intervention studies with meta-analysis. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 49, Issue 7, pp. 434–440). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093885>
- Pacheco-Barrios, K., Gianlorenço, A. C., Machado, R., Queiroga, M., Zeng, H., Shaikh, E., Yang, Y., Nogueira, B., Castelo-Branco, L., & Fregni, F. (2020). Exercise-induced pain threshold modulation in healthy subjects: a systematic review and meta-analysis. *Principles and Practice of Clinical Research Journal*, 6(3), 11–28. <https://doi.org/10.21801/ppcrj.2020.63.2>
- Pak, D. J., Yong, R. J., Kaye, A. D., & Urman, R. D. (2018). Chronification of Pain: Mechanisms, Current Understanding, and Clinical Implications. In *Current Pain and Headache Reports* (Vol. 22, Issue 2). Current Medicine Group LLC 1. <https://doi.org/10.1007/s11916-018-0666-8>
- Parma Yamato, T., Tirotti Saragiotto, B. P., & Dias Lopes, A. (2015). Downloaded from *www.jospt.org at Seton Hall University on*. www.jospt.org
- Pen, L. J., & Fisher, C. A. (1994). Athletes and Pain Tolerance. In *Sports Med* (Vol. 18, Issue 5).
- Persad, L. A. B., Kamerman, P. R., & Wadley, A. L. (2017). Predictors of cold and pressure pain tolerance in healthy South African adults. *Pain Medicine (United States)*, 18(11), 2126–2137. <https://doi.org/10.1093/pm/pnw291>
- Pettersen, S. D., Aslaksen, P. M., & Pettersen, S. A. (2020). Pain Processing in Elite and High-Level Athletes Compared to Non-athletes. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01908>
- Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X. J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T., & Vader, K. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. In *Pain* (Vol. 161, Issue 9, pp. 1976–1982). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>

- Ramaswamy, S., & Wodehouse, T. (2021). Conditioned pain modulation—A comprehensive review. In *Neurophysiologie Clinique* (Vol. 51, Issue 3, pp. 197–208). Elsevier Masson s.r.l. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2020.11.002>
- Ramskov, D., Rasmussen, S., Sørensen, H., Parner, E. T., Lind, M., & Nielsen, R. (2022). Interactions between Running Volume and Running Pace and Injury Occurrence in Recreational Runners: A Secondary Analysis. *Journal of Athletic Training*, 57(6), 557–563. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0165.21>
- Rankin, C. H., Abrams, T., Barry, R. J., Bhatnagar, S., Clayton, D. F., Colombo, J., Coppola, G., Geyer, M. A., Glanzman, D. L., Marsland, S., McSweeney, F. K., Wilson, D. A., Wu, C. F., & Thompson, R. F. (2009). Habituation revisited: An updated and revised description of the behavioral characteristics of habituation. *Neurobiology of Learning and Memory*, 92(2), 135–138. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2008.09.012>
- Ristolainen, L., Heinonen, A., Turunen, H., Mannström, H., Waller, B., Kettunen, J. A., & Kujala, U. M. (2010). Type of sport is related to injury profile: A study on cross country skiers, swimmers, long-distance runners and soccer players. A retrospective 12-month study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(3), 384–393. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00955.x>
- Roebuck, G. S., Urquhart, D. M., Knox, L., Fitzgerald, P. B., Cicuttini, F. M., Lee, S., & Fitzgibbon, B. M. (2018). Psychological Factors Associated With Ultramarathon Runners' Supranormal Pain Tolerance: A Pilot Study. *Journal of Pain*, 19(12), 1406–1415. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2018.06.003>
- Ryan, M. B., Valiant, G. A., McDonald, K., & Taunton, J. E. (2011). The effect of three different levels of footwear stability on pain outcomes in women runners: A randomised control trial. *British Journal of Sports Medicine*, 45(9), 715–721. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.069849>
- Salwin, E., & Zajac, A. (2016). Pain tolerance in sport. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 8(3), 71–80. <https://doi.org/10.29359/bjhpa.08.3.08>
- Sanz-López, F., Berzosa, C., Hita-Contreras, F., & Martínez-Amat, A. (2017). Effects of eccentric overload training on patellar tendon and vastus lateralis in three days of consecutive running. *Knee*, 24(3), 570–579. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2017.03.002>

- Saragiotto, B. T., Yamato, T. P., & Lopes, A. D. (2014). What do recreational runners think about risk factors for running injuries? A descriptive study of their beliefs and opinions. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 44(10), 733–738. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.5710>
- Sarkar, M., & Fletcher, D. (2014). Psychological resilience in sport performers: a review of stressors and protective factors. *Journal of Sports Sciences*, 32(15), 1419–1434. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.901551>
- Scheef, L., Jankowski, J., Daamen, M., Weyer, G., Klingenberg, M., Renner, J., Mueckter, S., Schürmann, B., Musshoff, F., Wagner, M., Schild, H. H., Zimmer, A., & Boecker, H. (2012). An fMRI study on the acute effects of exercise on pain processing in trained athletes. *Pain*, 153(8), 1702–1714. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2012.05.008>
- Scheer, V., & Krabak, B. J. (2021). Musculoskeletal Injuries in Ultra-Endurance Running: A Scoping Review. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 12). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.664071>
- Schwarz, L., & Kindermann, W. (1992). Changes in (3-Endorphin Levels in Response to Aerobic and Anaerobic Exercise. In *Sports Medicine* (Vol. 13, Issue 1).
- Shraim, M. A., Massé-Alarie, H., Hall, L. M., & Hodges, P. W. (2020). Systematic review and synthesis of mechanism-based classification systems for pain experienced in the musculoskeletal system. In *Clinical Journal of Pain* (Vol. 36, Issue 10, pp. 793–812). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000860>
- Skogberg, O., Karlsson, L., Börsbo, B., Arendt-Nielsen, L., Graven-Nielsen, T., Gerdle, B., Bäckryd, E., & Lemming, D. (2022). Pain Tolerance in Chronic Pain Patients Seems to be More Associated With Physical Activity Than With Depression And Anxiety. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 54. <https://doi.org/10.2340/JRM.V54.241>
- Sluka, K. A., Frey-Law, L., & Bement, M. H. (2018). Exercise-induced pain and analgesia? Underlying mechanisms and clinical translation. In *Pain* (Vol. 159, Issue 1, pp. S91–S97). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001235>
- Smith, B. E., Hendrick, P., Bateman, M., Holden, S., Littlewood, C., Smith, T. O., & Logan, P. (2019). Musculoskeletal pain and exercise-challenging existing paradigms and introducing new. In *Br J Sports Med* (Vol. 53, Issue 14).

- Smith, B. W., & Zautra, A. J. (2008). Vulnerability and Resilience in Women With Arthritis: Test of a Two-Factor Model. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 76*(5), 799–810. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.76.5.799>
- Smyth, B., Lawlor, A., Berndsen, J., & Feely, C. (2022). Recommendations for marathon runners: on the application of recommender systems and machine learning to support recreational marathon runners. *User Modeling and User-Adapted Interaction, 32*(5), 787–838. <https://doi.org/10.1007/s11257-021-09299-3>
- Sneddon, L. U. (2018). Comparative physiology of nociception and pain. In *Physiology* (Vol. 33, Issue 1, pp. 63–73). American Physiological Society. <https://doi.org/10.1152/physiol.00022.2017>
- Song, Y., Su, Q., Yang, Q., Zhao, R., Yin, G., Qin, W., Iannetti, G. D., Yu, C., & Liang, M. (2021). Feedforward and feedback pathways of nociceptive and tactile processing in human somatosensory system: A study of dynamic causal modeling of fMRI data. *NeuroImage, 234*. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117957>
- St-Cyr, J., Vallerand, R. J., & Chénard-Poirier, L. A. (2021). The role of passion and achievement goals in optimal functioning in sports. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(17). <https://doi.org/10.3390/ijerph18179023>
- Suzuki, H., Tahara, S., Mitsuda, M., Izumi, H., Ikeda, S., Seki, K., Nishida, N., Funaba, M., Imajo, Y., Yukata, K., & Sakai, T. (2022). Current Concept of Quantitative Sensory Testing and Pressure Pain Threshold in Neck/Shoulder and Low Back Pain. In *Healthcare (Switzerland)* (Vol. 10, Issue 8). MDPI. <https://doi.org/10.3390/healthcare10081485>
- Szikszy, T. M., Adamczyk, W. M., Wojtyna, E., & Luedtke, K. (2020). Pain inhibition is not affected by exercise-induced pain. *Pain Reports, 5*(2). <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000000817>
- Tesarz, J., Gerhardt, A., Schommer, K., Treede, R. D., & Eich, W. (2013). Alterations in endogenous pain modulation in endurance athletes: An experimental study using quantitative sensory testing and the cold-pressor task. *Pain, 154*(7), 1022–1029. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.03.014>

- Tesarz, J., Schuster, A. K., Hartmann, M., Gerhardt, A., & Eich, W. (2012). Pain perception in athletes compared to normally active controls: A systematic review with meta-analysis. *Pain, 153*(6), 1253–1262. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2012.03.005>
- Thompson, W. R. (2022). *Worldwide Survey of Fitness Trends for 2023 Apply It!* www.acsm-healthfitness.org
- Thornton, C., Sheffield, D., & Baird, A. (2017a). A longitudinal exploration of pain tolerance and participation in contact sports. *Scandinavian Journal of Pain, 16*, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.sjpain.2017.02.007>
- Thornton, C., Sheffield, D., & Baird, A. (2017b). A longitudinal exploration of pain tolerance and participation in contact sports. *Scandinavian Journal of Pain, 16*, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.sjpain.2017.02.007>
- Tousignant-Laflamme, Y., Martel, M. O., Joshi, A. B., & Cook, C. E. (2017). Rehabilitation management of low back pain – It’s time to pull it all together! *Journal of Pain Research, 10*, 2373–2385. <https://doi.org/10.2147/JPR.S146485>
- van der Miesen, M. M., Vossen, C. J., & Joosten, E. A. (2023). Habituation to Pain in Patients with Chronic Pain: Clinical Implications and Future Directions. In *Journal of Clinical Medicine* (Vol. 12, Issue 13). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/jcm12134305>
- Van Der Worp, M. P., Ten Haaf, D. S. M., Van Cingel, R., De Wijer, A., Nijhuis-Van Der Sanden, M. W. G., & Bart Staal, J. (2015a). Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences. In *PLoS ONE* (Vol. 10, Issue 2). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114937>
- Van Der Worp, M. P., Ten Haaf, D. S. M., Van Cingel, R., De Wijer, A., Nijhuis-Van Der Sanden, M. W. G., & Bart Staal, J. (2015b). Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences. In *PLoS ONE* (Vol. 10, Issue 2). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114937>
- Van Gent, R. N., Siem, D., Van Middelkoop, M., Van Os, A. G., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Koes, B. W. (2007). Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: A systematic review. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 41, Issue 8, pp. 469–480). <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033548>

- VAN GRIENSVEN, H., SCHMID, A., TRENDAFILOVA, T., & LOW, M. (2020). Central sensitization in musculoskeletal pain: Lost in translation? *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 50(11), 592–596. <https://doi.org/10.2519/jospt.2020.0610>
- van Poppel, D., Scholten-Peeters, G. G. M., van Middelkoop, M., Koes, B. W., & Verhagen, A. P. (2018). Risk models for lower extremity injuries among short- and long distance runners: A prospective cohort study. *Musculoskeletal Science and Practice*, 36, 48–53. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2018.04.007>
- van Poppel, D., van der Worp, M., Slabbekoorn, A., van den Heuvel, S. S. P., van Middelkoop, M., Koes, B. W., Verhagen, A. P., & Scholten-Peeters, G. G. M. (2021a). Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 10(1), 14–28. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.006>
- van Poppel, D., van der Worp, M., Slabbekoorn, A., van den Heuvel, S. S. P., van Middelkoop, M., Koes, B. W., Verhagen, A. P., & Scholten-Peeters, G. G. M. (2021b). Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 10(1), 14–28. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.006>
- Vervullens, S., Haenen, V., Meert, L., Meeus, M., Smeets, R. J. E. M., Baert, I., & Mertens, M. G. C. A. M. (2022). Personal influencing factors for pressure pain threshold in healthy people: A systematic review and meta-analysis. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* (Vol. 139). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104727>
- Videbæk, S., Bueno, A. M., Nielsen, R. O., & Rasmussen, S. (2015). Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of running in Different Types of Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Sports Medicine* (Vol. 45, Issue 7, pp. 1017–1026). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0333-8>
- Vivar, C., & Van Praag, H. (2017). Running changes the brain: The long and the short of it. In *Physiology* (Vol. 32, Issue 6, pp. 410–424). American Physiological Society. <https://doi.org/10.1152/physiol.00017.2017>
- Wilke, J., Vogel, O., & Vogt, L. (2019). Why are you running and does it hurt? Pain, motivations and beliefs about injury prevention among participants of a large-scale public running event. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19). <https://doi.org/10.3390/ijerph16193766>

- Woolf, C. J. (2011). Central sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain. In *Pain* (Vol. 152, Issue SUPPL.3). <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.09.030>
- Yam, M. F., Loh, Y. C., Tan, C. S., Adam, S. K., Manan, N. A., & Basir, R. (2018). General pathways of pain sensation and the major neurotransmitters involved in pain regulation. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 19, Issue 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijms19082164>
- Zafereo, J., Wang-Price, S., & Kandil, E. (2021). Quantitative Sensory Testing Discriminates Central Sensitization Inventory Scores in Participants with Chronic Musculoskeletal Pain: An Exploratory Study. *Pain Practice*, 21(5), 547–556. <https://doi.org/10.1111/papr.12990>
- Zeller, L., Shimoni, N., Vodonos, A., Sagy, I., Barski, L., & Buskila, D. (n.d.-a). *Pain sensitivity and athletic performance Fax: +972-073898135*. <https://doi.org/10.1101/514224>
- Zeller, L., Shimoni, N., Vodonos, A., Sagy, I., Barski, L., & Buskila, D. (n.d.-b). *Pain sensitivity and athletic performance Fax: +972-073898135*. <https://doi.org/10.1101/514224>
- Zheng, K., Chen, C., Yang, S., & Wang, X. (2021). Aerobic Exercise Attenuates Pain Sensitivity: An Event-Related Potential Study. *Frontiers in Neuroscience*, 15. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.735470>
- Zhuo, M. (2008). Cortical excitation and chronic pain. In *Trends in Neurosciences* (Vol. 31, Issue 4, pp. 199–207). <https://doi.org/10.1016/j.tins.2008.01.003>
- Zou, L., Zhang, Y., Yang, L., Loprinzi, P. D., Yeung, A. S., Kong, J., Chen, K. W., Song, W., Xiao, T., & Li, H. (2019). Are mindful exercises safe and beneficial for treating chronic lower back pain? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. In *Journal of Clinical Medicine* (Vol. 8, Issue 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/jcm8050628>

APÊNDICE B



Teste de Tolerância a dor

Pico

Contração	Valor
1	
2	
3	

Tempo	EN
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Somação Temporal

1°	
10°	
20°	
30°	

Modulação condicionada da dor

Antes	
Durante	
Depois	

APÊNDICE C



AVALIAÇÃO FÍSICA

Massa corporal	
Estatura	
Dobras cutâneas	
Peitoral	
Tríceps	
Bíceps	
Subescapular	
Supra-iliaca	
Coxa	
Abdômen	
Perna	
Axilar	

APÊNDICE D

Infográfico para publicação



RECOMENDAÇÕES



RESPEITE SEU CORPO

Cada organismo apresenta características individuais que devem ser respeitadas durante a prática de exercícios, já que promove adaptações fisiológicas que devem ser gradativas. Se perceber que não está progredindo e/ou qualquer sinal de desconforto, evite insistir, mude a estratégia!



DOR É UM ALERTA!



Você sabia que a dor é nossa forte aliada? Diante da nossa rotina de treinos é normal que aconteçam microlesões em nosso corpo. E a dor vem nos alertar que devemos dar mais atenção ao que nosso corpo sinaliza, precisa e muitas vezes está pedindo e não estamos percebendo.

VOLUME X INTENSIDADE

As progressões nos treinamentos devem ser gradativas e de acordo com o seu nível de condicionamento. Evite progressões bruscas na quilometragem semanal e *pace*, aumenta a chance de lesões e dor. Procure um profissional que possa elaborar um programa em curto e longo prazos para que você atinja as suas metas.



RECUPERAÇÃO



A maioria das lesões na corrida são causadas por excesso de treinamentos e competições!! Com isso, respeitar o intervalo de recuperação entre os treinamentos e competições se torna crucial. Precisa planejar bem as corridas alvo do ano. Importante entender que a evolução acontece no descanso, justamente quando o corpo se recupera dos treinamentos.

É SÓ FORTALECER?

O trabalho para melhorar a performance na corrida deve ser amplo, pensado no âmbito aptidão física, ou seja, não é só ser forte! Precisa ser resistente, potente, equilibrado, ágil, flexível... Todos esses estímulos devem fazer parte da sua rotina de treinamento de forma periodizada.



TREINAMENTO ORIENTADO



O treinamento orientado é fundamental! O profissional responsável precisa avaliar para entender o nível de condicionamento do seu aluno, precisa traçar metas para alcançar objetivos possíveis e deve trabalhar sempre visando a saúde em primeiro lugar.

FISIOTERAPIA PREVENTIVA

A prevenção faz parte uma estratégia fisioterapêutica que funciona e tem afastado os corredores das lesões. Tanto as questões neuromusculares, retraining e educação em dor, quando as técnicas e recursos de recovery fornecem benefícios para redução da dor, inflamação e fadiga.



ANEXO A

Questionário de acompanhamento da Rotina de Treinamento/Corrida de Corredores

<p>Parte 1 – Dados pessoais</p> <ol style="list-style-type: none">1. Qual a sua idade? _____ anos2. Qual o seu peso aproximado? _____ kg3. Qual a sua estatura? _____ cm4. Há quanto tempo pratica corrida? _____ anos5. Qual o seu nível de escolaridade concluído? _____6. Você fuma? () sim. Cigarros em média por dia _____ () não <p>Parte II – Histórico de corrida</p> <ol style="list-style-type: none">1. Com qual frequência você corre/treina? _____ vezes/semana2. Qual a quilometragem semanal média? _____ km/semana3. Qual o seu pace (tempo em 1 km)? _____ minutos/km4. Quanto ao tipo de piso em que você treina, responda quantas vezes por semana você costuma treinar em cada piso? Asfalto _____ vez(es) Terra _____ vez(es) Esteira _____ vez(es) Grama _____ vez(es) Cimento _____ vez(es) Outro _____ - vez(es)5. Quanto tempo, em média, dura uma sessão de treinamento? _____ horas6. Qual a prova que você corre com maior frequência? () < que 10 km () 10 km () > 10km < 21 km () 21 km () Maratona	<ol style="list-style-type: none">12. Você faz alongamento DEPOIS do treino/corrída (prova)? () sempre () algumas vezes () nunca13. Você faz alongamento ANTES do treino/corrída (prova)? () sempre () algumas vezes () nunca14. Você faz “desaquecimento” DEPOIS do treino/corrída (prova)? () sempre () algumas vezes () nunca15. Quantos tênis você tem disponibilizado para a prática da corrida? _____16. Com que frequência você troca o tênis? () menos de 6 meses () entre 1 ano e 1,5 ano () entre 1,5 e 2 anos () acima desse período () não sei informar17. O que você leva em conta no momento de trocar o seu tênis? () desgaste da estrutura do tênis () quilometragem percorrida18. Você utiliza tênis com alguma característica especial de amortecimento, estabilidade ou controle de movimento? () sim () não19. Você sabe o seu tipo de pisada? () sim () não19A Qual o seu tipo de pisada? () pronadora
---	--

> Maratona

7. Seu treino é feito por um profissional de Educação física?

sim

não

8. Pratica outros esportes?

sim

não

8A Qual o esporte praticado?

8B Há quanto tempo?

_____anos

8C Qual a frequência semanal?

_____vezes/semana

8D Quanto tempo dura esses treinos?

_____horas

9. Qual a sua maior motivação para praticar corrida?

melhorar a saúde

busca de melhor desempenho

Ambos

10. Como você se classificaria?

corredor novato

corredor com experiência prévia que está voltando a correr

Corredor que sempre teve envolvimento com corrida

11. Você faz alongamento ANTES do treino/corrída (prova)?

sempre

algumas vezes

nunca

neutra

supinadora

19B Quem realizou o seu teste de pisada?

um profissional ligado a uma loja de tênis

um treinador de corrida

um fisioterapeuta

um médico

outra forma de avaliação _____

20. Você utiliza algum tipo de palmilha ou calcanheira dentro do tênis?

sim

não

Parte III – Histórico de lesões

1. Já teve, no passado, alguma (s) lesão (ões) musculoesqueléticas relacionada à prática da corrida, localizada (s) no membro inferior ou na coluna?

sim, apenas uma lesão

Descrição _____

Região do corpo _____

sim, duas lesões

Descrição _____

Região do corpo _____

Descrição _____

Região do corpo _____

sim, três lesões _____

Descrição _____

Região do corpo _____

Descrição _____

Região do corpo _____

Descrição _____

Região do corpo _____

não

ANEXO B

Passion Scale (PSP)

Vallerand, Blanchard, Mageau, Koestner, Ratelle, Leonard, Gagné & Marsolais
(2003)

Instruções Gerais:

Por favor, leia cuidadosamente o questionário e considerando os níveis indicados, responda às afirmações, colocando um círculo em redor do número que melhor reflete o seu grau de concordância. Lembre-se que não existem respostas certas ou erradas. O que realmente importa é que nos indique o que pensa com a máxima sinceridade. Todas as respostas serão confidenciais.

Neste questionário, pedimos que nos indique o tipo de paixão que sente em relação à modalidade desportiva que pratica atualmente.

	DISCORDO TOTALMENTE	DISCORDO BASTANTE	DISCORDO	NÃO CONCORDO E NEM DISCORDO	CONCORDO	CONCORDO BASTANTE	CONCORDO TOTALMENTE
1) Esta modalidade permite-me vivenciar diferentes experiências.	1	2	3	4	5	6	7
2) As coisas novas que eu descubro com esta modalidade permitem-me apreciá-la ainda mais.	1	2	3	4	5	6	7
3) Esta modalidade permite-me vivenciar experiências memoráveis.	1	2	3	4	5	6	7
4) Esta modalidade evidencia as qualidades que eu mais gosto em mim.	1	2	3	4	5	6	7
5) Esta modalidade está em consonância com as outras atividades da minha vida.	1	2	3	4	5	6	7
6) Para mim é uma paixão que eu ainda consigo controlar.	1	2	3	4	5	6	7
7) Estou completamente envolvido(a) nesta modalidade.	1	2	3	4	5	6	7
8) Não consigo viver sem ela.	1	2	3	4	5	6	7
9) A necessidade é tão forte que não consigo deixar de praticar esta modalidade.	1	2	3	4	5	6	7
10) Tenho dificuldade em imaginar a minha vida sem esta modalidade.	1	2	3	4	5	6	7
11) Estou emocionalmente dependente desta modalidade.	1	2	3	4	5	6	7
12) Tenho muita dificuldade em controlar a minha necessidade de praticar esta modalidade	1	2	3	4	5	6	7
13) Tenho um sentimento quase obsessivo por esta modalidade.	1	2	3	4	5	6	7
14) O meu estado de humor depende de eu praticar ou não esta modalidade.	1	2	3	4	5	6	7

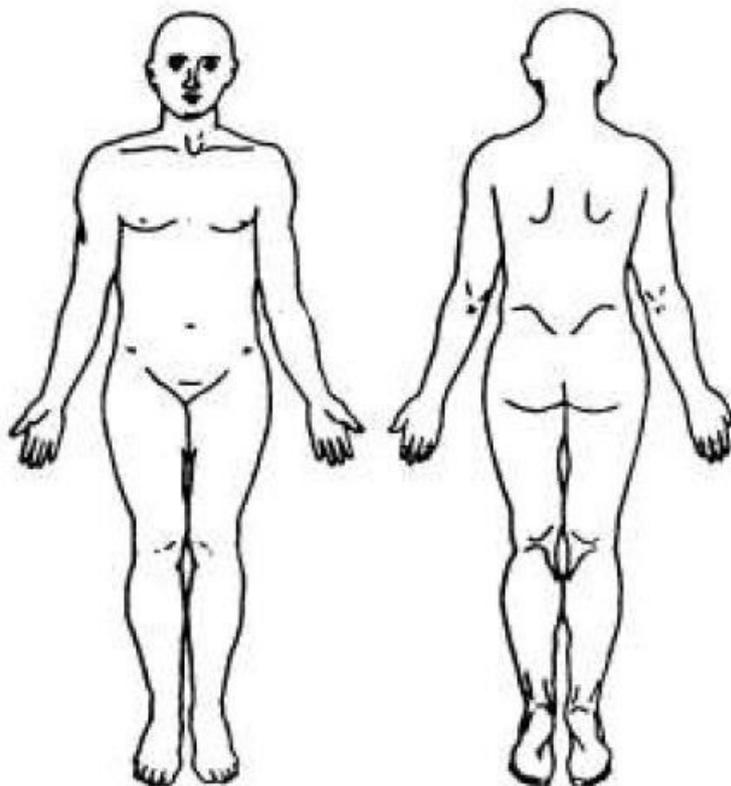
ANEXO C

Questionário de dor McGill

1) Usando as figuras do corpo humano abaixo, marque, por favor, onde é sua dor.

Indique:

- (S) - se a dor for Superficial,
- (P) - se a dor for Profunda,
- (SP) - se Superficial e Profunda,
- (L) - se a dor for Localizada,
- (D) - se a dor for Difusa.



2) Como a sua dor muda com o tempo?

1 () Contínua Estável Constante	2 () Ritmada Periódica Intermitente	3 () Breve Momentânea Transitória
---	---	---

3) Qual a intensidade de sua dor?

(0) SEM DOR (1) FRACA (2) MODERADA (3) FORTE (4) VIOLENTA (5)
INSUPORTÁVEL