



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO

WINNIE BASTOS DA SILVA

**IMPLANTAÇÃO DA PULSO-OXIMETRIA (TESTE DO  
CORAÇÃOZINHO) NA TRIAGEM DE CARDIOPATIAS  
CONGÊNITAS CRÍTICAS EM UMA MATERNIDADE  
PÚBLICA DE SERGIPE – PROJETO PILOTO**

Aracaju/SE

2014

WINNIE BASTOS DA SILVA

**IMPLANTAÇÃO DA PULSO-OXIMETRIA (TESTE DO  
CORAÇÃOZINHO) NA TRIAGEM DE  
CARDIOPATIAS CONGÊNITAS CRÍTICAS EM UMA  
MATERNIDADE PÚBLICA DE SERGIPE – PROJETO  
PILOTO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial à conclusão do curso de Medicina do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.

Orientador: Prof. Msc. Marcos Alves Pavione

Aracaju/SE

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO

**IMPLANTAÇÃO DA PULSO-OXIMETRIA (TESTE DO  
CORAÇÃOZINHO) NA TRIAGEM DE CARDIOPATIAS CONGÊNITAS  
CRÍTICAS EM UMA MATERNIDADE PÚBLICA DE SERGIPE –  
PROJETO PILOTO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial à conclusão do curso de Medicina do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.

Aracaju, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Autora: Winnie Bastos da Silva

WINNIE BASTOS DA SILVA

**IMPLANTAÇÃO DA PULSO-OXIMETRIA (TESTE DO  
CORAÇÃOZINHO) NA TRIAGEM DE  
CARDIOPATIAS CONGÊNITAS CRÍTICAS EM UMA  
MATERNIDADE PÚBLICA DE SERGIPE – PROJETO  
PILOTO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial à conclusão do curso de Medicina do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Orientador: Prof<sup>a</sup> Msc. Marcos Alves Pavione  
Universidade Federal de Sergipe

BANCA EXAMINADORA

---

Universidade Federal de Sergipe

---

Universidade Federal de Sergipe

---

Universidade Federal de Sergipe

Aos meus pais, Adriana e Marcos, exemplos de  
responsabilidade e dedicação, a meus irmãos  
Isabella, Yuri e a meu sobrinho Noah, por fazerem  
de mim um ser humano melhor.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar sempre presente em minha vida, me dando a força necessária para superar os obstáculos e assim me permitir viver cada momento.

Aos meus pais, Marcos e Adriana, pelo amor, confiança, carinho e dedicação em mim depositados.

A meus irmãos, Isabella e Yuri, que sempre estiveram sempre ao meu lado e me proporcionam momentos de riso fácil mesmo diante do ritmo acelerado da vida, nesses últimos meses.

A meu sobrinho Noah, por me fazer esquecer qualquer problema e por me fornecer energia, quando não parece mais haver de onde tirar.

A meu orientador, Dr. Marcos Alves Pavione, por ter se tornado além de um exemplo, um amigo. Professor dedicado e atencioso, peça fundamental para o desenvolvimento desta monografia.

A todos os meus amigos que acreditaram em mim e estimularam cada passo, bem como a conclusão desta trajetória de seis anos.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD	Átrio Direito
AE	Átrio Esquerdo
Bpm	batimentos por minuto
CC	Cardiopatía Congênita
CCC	Cardiopatía Congênita Crítica
CIV	Comunicação Interventricular
DP	Desvio Padrão
FC	Frequência Cardíaca
FR	Frequência Respiratória
Ipm	Incursões torácicas por minuto
IC	Insuficiência Cardíaca
RN	Recém- Nascido
SpO <sub>2</sub>	Saturação de oxigênio
TPSV	Taquicardia paroxística supra-ventricular
TN	Translucência Nucal
VD	Ventrículo Direito
VE	Ventrículo Esquerdo
WPW	Wolf- Parkinson- White

# SUMÁRIO

<b>I REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>08</b>
<b>1 CARDIOPATIAS CONGÊNITAS.....</b>	<b>08</b>
<b>2 A FISILOGIA CARDIOVASCULAR FETAL .....</b>	<b>10</b>
<b>3 DETECÇÃO DE CARDIOPATIAS CONGÊNITAS .....</b>	<b>13</b>
3.1. Exame Físico.....	13
3.2. Ultrassonografia pré-natal e Ecocardiografia fetal.....	16
3.3. Ecocardiograma pós-natal.....	18
<b>4 APLICAÇÃO DA PULSO-OXIMETRIA NA TRIAGEM DE CARDIOPATIAS CONGÊNITAS .....</b>	<b>20</b>
4.1 Teste de Rastreamento.....	20
4.2 A pulso-oximetria.....	21
<b>II REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>28</b>
<b>III ARTIGO ORIGINAL.....</b>	<b>37</b>
Resumo.....	38
Abstract.....	39
Introdução.....	40
Métodos .....	42
Resultados .....	45
Discussão.....	47
Referências Bibliográficas.....	51
<b>IV ANEXOS .....</b>	<b>54</b>

## I REVISÃO DE LITERATURA

### 1 CARDIOPATIAS CONGÊNITAS

Cardiopatias congênitas (CC) são alterações estruturais decorrentes da formação anormal do coração e grandes vasos, que ocorrem antes do nascimento, conceito adotado pela American Heart Association (2013). Esta anormalidade estrutural grosseira do coração e grandes vasos intratorácicos, deve ser capaz de gerar uma alteração funcional (MITCHELL et al, 1971), excluindo-se desta forma anormalidades sem repercussões funcionais como persistência de veia cava esquerda, valva aórtica bicúspide sem disfunção valvar, origem anômala de artéria subclávia esquerda, assim como arritmias (por exemplo, a Síndrome de Wolf-Parkinson-White), mesmo que tenham como base uma anomalia presente ao nascimento, bem como miocardiopatias dilatadas e hipertróficas (HOFFMAN e KAPLAN, 2002; RIVERA et al, 2007).

As cardiopatias são o tipo mais comum de malformação congênita, afetando de 7 a 8 de cada 1000 nascidos vivos (WREN, RICHMOND e DONALDSON, 2000). Dentre os acometidos, um quarto apresentará a cardiopatia na sua forma crítica (TALNER, 1980). Em um estudo brasileiro, realizado em Londrina, Paraná, com 441 crianças, encontrou-se uma prevalência de CC de 5,5 para cada 1000 nascidos vivos (GUITTI, 2000). A cardiopatia congênita crítica (CCC) é definida como aquela que necessitará de intervenção cirúrgica ou intervenção por cateterismo já no primeiro ano de vida (TALNER, 1980).

Devido a estas apresentações graves, contribuem significativamente para a mortalidade e morbidade infantil (que avalia a mortalidade até 01 ano de vida) (KNOWLES et al, 2005). As CCC são responsáveis por mais morte que qualquer outra malformação congênita nos Estados Unidos e outros países desenvolvidos (HERON e SMITH, 2007; ROSANO et al, 2000). As malformações cardíacas são responsáveis por 3% das mortes infantis, sendo que em geral 18 a 25% dos afetados morrem antes do primeiro ano de vida. Estas são também a causa de 46% das mortes devido a malformações congênitas (KNOWLES et al, 2005).

Estas malformações se manifestam com um amplo espectro clínico, desde crianças que evoluem de forma assintomática até aquelas com sintomas importantes (como insuficiência

cardíaca, insuficiência respiratória e choque), estas com alta taxa de mortalidade (RIVERA et al, 2007).

Desta forma, a detecção precoce dos principais defeitos cardíacos congênitos pode melhorar o prognóstico destes recém-nascidos, o que é principalmente importante para as lesões dependentes do canal arterial em que o fechamento do ducto pode resultar em colapso cardiovascular agudo, acidose e morte (BROWN, PARK e TURRENTINE, 2001; FRANKLIN et al, 2002; TWORETSKY et al, 2001).

Neonatos que apresentam CCC são particularmente vulneráveis a colapso cardiovascular logo após a alta hospitalar e suscetíveis a uma súbita e significativa piora do estado clínico nos primeiros dias ou semanas de vida, em virtude de alterações fisiológicas agudas da resistência vascular pulmonar e fechamento do canal arterial, o qual muitas vezes é essencial para a manutenção da circulação pulmonar ou sistêmica (MAHLE et al, 2009). Para estes RN, o reconhecimento da condição no período oportuno é fundamental para evitar morbidade e morte (KWNOLLES et al, 2005).

Atualmente, como o diagnóstico não é feito precocemente, boa parte destas crianças está tão severamente comprometida quando chegam ao hospital que morre antes da intervenção cirúrgica. Estima-se ainda que 10 a 30% das crianças com CC morrem sem sequer ter seu diagnóstico correto identificado (ABU-HARB, HEY e WREN, 1994; BONNET et al, 1999 ).

Dentre estes pacientes graves que sobrevivem após o período neonatal, muitos apresentarão sequelas a longo prazo, sendo as mais importantes as neurológicas, consequentes de lesões cerebrais isquêmicas e de reperfusão, visto a maior necessidade de oxigênio exigida pelo cérebro (MAHLE et al, 2009).

Assim, a detecção precoce das CC imediatamente após o nascimento, ainda durante o período assintomático reduz a deterioração clínica (THANGARATINAM, 2007) especialmente a lesão cerebral por isquemia ou hipóxia, que parece levar direta ou indiretamente a maior morbidade e mortalidade infantil. É essencial que se busque métodos simples e confiáveis para detecção precoce das CCC (MAHLE et al, 2009).

## 2 A FISILOGIA CARDIOVASCULAR FETAL

O entendimento da fisiologia cardiovascular intra-útero e sua transição para circulação extra-uterina é essencial para entender como um recém-nascido pode se formar normalmente mesmo com cardiopatias congênitas graves como a atresia da válvula aórtica e apresentar-se assintomático nas primeiras horas de vida, podendo receber alta da maternidade e evoluir subitamente para quadros graves com evolução catastrófica e óbito.

A circulação fetal é anatômica e funcionalmente diferente da que se estabelecerá na vida extra-uterina. Apresenta como única comunicação com o meio externo a placenta, responsável pelas funções de suprimento de nutrientes, retirada de produtos de degradação e trocas gasosas (MATTOS, 1997).

A placenta apresenta grandes seios venosos e funciona como uma fístula arteriovenosa, determinando uma baixa resistência sistêmica (MATTOS, 1997; GARDINER, 2005). Além disto, durante a vida fetal, o parênquima pulmonar encontra-se preenchido por líquido, o que impossibilita sua aeração e assim, promove uma alta resistência pulmonar (MATTOS, 1997; MIYAGUE, GUIDINI e MIYAGUE, 1997).

A circulação fetal conta com três locais de comunicação (que se ocluíram após o nascimento) permitindo uma circulação totalmente diferenciada. São eles: o forame oval, o canal arterial e o ducto venoso, que fazem com que circulação do sangue fetal ocorra em paralelo, diferentemente da circulação na vida extra-uterina, em que os ventrículos trabalham em série (MATTOS, 1997; BINOTTO, 2007).

O sangue oxigenado oriundo da placenta chega ao feto pela veia umbilical e deste, 45% segue através do ducto venoso, sem passar pelo fígado fetal (MATTOS, 1997; ELDERSTONE, RUDOLPH e HEYMAN, 1980). Na veia cava inferior, este irá se misturar ao sangue venoso portal, atingindo uma saturação de 70%, sendo o sangue mais oxigenado de todo o retorno venoso. O sangue da veia cava inferior representa 70% do retorno venoso e chega ao átrio direito (AD), onde é parcialmente (33%) dirigido para o átrio esquerdo (AE), pelo forame oval (MATTOS, 1997). A energia cinética deste fluxo é a principal responsável pela manutenção deste forame pérvil, visto que as diferenças entre as pressões da veia cava, AD e AE são mínimas (ANDERSON et al, 1985).

O restante do sangue da cava inferior mistura-se ao fluxo da veia cava superior (com saturação de aproximadamente 40%) e ao fluxo do seio coronário e passa ao ventrículo direito (VD) com uma saturação de 55% (MATTOS, 1997).

Embora existam evidências de que o desenvolvimento destas cavidades seja semelhante durante toda a gestação, durante a vida fetal, o VD apresenta dominância em relação ao VE, sendo responsável por 59 a 60% do débito cardíaco, ficando o ventrículo esquerdo (VE) responsável por 40 a 41% do débito (ST.JOHNSTON et al, 1984; MIELKE e BENDA, 2001).

O volume sanguíneo do VD, após ser bombeado para a artéria pulmonar na qual encontrará alta resistência pela vasoconstricção pulmonar, será quase que integralmente direcionado através do canal arterial para a aorta descendente (MATTOS, 1997; GARDINER, 2005). Já o sangue que chega ao AE é direcionado ao VE e então para aorta ascendente, artérias coronárias e cérebro com saturação de 65% (ELDERSTONE e RUDOLPH, 1979).

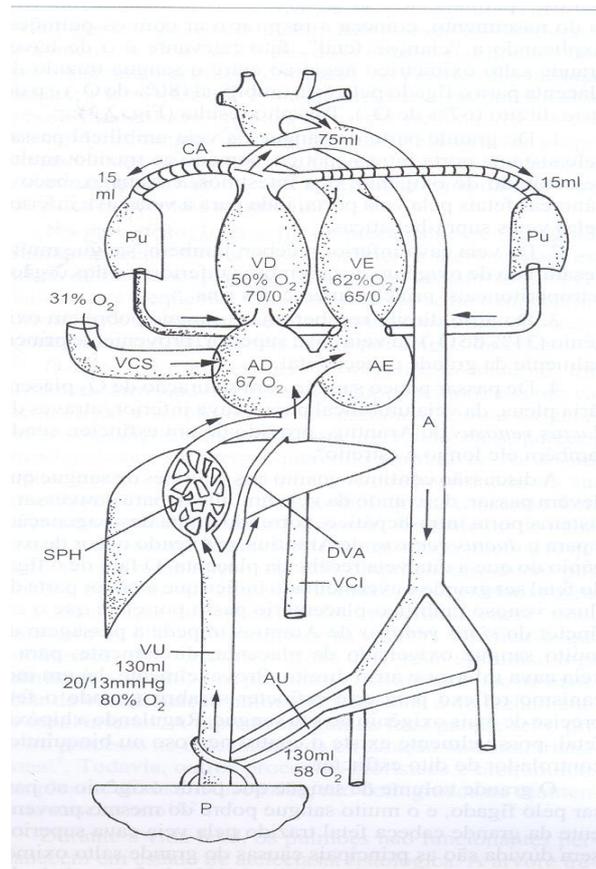


Figura 1: Dados hemodinâmicos, volumétricos, oximétricos e pressóricos na circulação fetal. CA - canal arterial. Pu - pulmões. VCS - veia cava superior. VD - ventrículo direito. VE - ventrículo esquerdo. AD - átrio direito. AE - átrio esquerdo. SPH - sistema porta-hepático. DVA - ducto venoso de Arantius. A- aorta. VCI - veia cava inferior. VU - veia umbilical. AU - artérias umbilicais. P - placenta.

Fonte: SOBRINHO, 2005, p.15.

Após o nascimento da criança, não há mais a placenta e com isso, duplica-se a resistência vascular sistêmica aumentando a pressão no AE e VE. Além disso, com a expansão e vasodilatação pulmonar pela aeração, ocorre queda da resistência pulmonar, reduzindo as pressões em AD e VD. Essa diferença entre as pressões do AD e AE determina o fechamento fisiológico do forame oval (FRIEDMAN e FAHEY, 1993).

Após uma a três horas de vida, o ducto venoso irá sofrer constrição e fechamento. O canal arterial também irá sofrer constrição, já que o sangue, devido ao aumento de pressão na aorta e redução da pressão na artéria pulmonar, irá fluir em sentido contrário ao que seguia durante o período fetal (BINOTTO, 2007).

O canal arterial consiste em um ducto que apresenta a camada média predominantemente muscular, que aumenta progressivamente com a gestação e mais rapidamente durante o terceiro trimestre. Durante a vida fetal, mantém-se aberto através da produção ativa de prostaglandinas E2 pelo próprio canal, pela placenta e pelos vasos umbilicais. No entanto, com o aumento da idade gestacional, há uma redução da sensibilidade a estas prostaglandinas, bem como um maior responsividade ao oxigênio. As altas concentrações arteriais de oxigênio ao nascimento servirão de estímulo para o fechamento do canal (HARO, 1997).

Em relação à avaliação do canal após o nascimento, pode-se falar em fechamento clínico, funcional e anatômico. O fechamento anatômico refere-se não apenas à obliteração do canal, como também a sua modificação anatômica e transformação em ligamento arterioso, que normalmente entre o final do primeiro e terceiro mês de vida. O fechamento funcional, por sua vez, é definido pela ausência de shunts ao ecocardiograma ou cateterismo e ocorre nas primeiras 96 horas de vida. Já o fechamento clínico caracteriza-se pela ausência de sinais clínicos de sua presença, podendo ou não haver algum shunt (HARO, 1997; HAMMERMAN, 1995). Esta estrutura será uma importante fonte de fluxo sistêmico nas malformações “ducto dependente”, a exemplo da transposição dos grandes vasos, da atresia pulmonar e da hipoplasia do ventrículo esquerdo (HARO, 1997).

É exatamente o canal arterial que vai permitir a troca de sangue entre o sangue da via de saída dos dois ventrículos. Desta forma, cardiopatias de extensa gravidade como a atresia valvar aórtica ou atresia valvar pulmonar permitem ao feto desenvolvimento normal porque se há obstrução em uma, o sangue chega distalmente por meio do canal arterial. Após o nascimento, com o fechamento do canal arterial a criança apresentará subitamente um quadro de cianose ou choque hemodinâmico, podendo evoluir para óbito. Desta forma, a detecção precoce destes pacientes se torna crucial para impedir a evolução fatal (VICTÓRICA, 2013).

### 3 DETECÇÃO DE CARDIOPATIAS CONGÊNITAS

#### 3.1 Exame físico

Após o nascimento, alguns achados durante o exame físico do recém-nascido (RN), devem atentar para uma possível cardiopatia, a exemplo de: sopros cardíacos, cianose, taquipneia e arritmias (AMARAL et al, 2002).

A prevalência de sopros cardíacos detectada durante o exame físico do neonato está entre 0,6 a 4,2% e estes muitas vezes são erroneamente considerados como um marcador de cardiopatia (MAHLE et al, 2009; PATTON e HEY, 2006; AINSWORTH, WYLLIE e WREN 1999).

Os sopros devido ao fluxo da circulação fetal de transição, a regurgitação tricúspide transitória ou a pequenos defeitos do septo ventricular são comuns e não apresentam importância clínica (MAHLE et al, 2009). Também é considerado um sopro inocente o sopro dos ramos pulmonares que ocorrem frequentemente em RN, especialmente naquele de baixo peso ao nascer ou prematuro, que originam-se de uma hipoplasia relativa dos ramos pulmonares direito e esquerdo, com conseqüente desproporção entre a artéria pulmonar e seus ramos. É um sopro ejetivo, sistólico, de baixa intensidade, melhor auscultado na borda esquerda alta, que irradia para os lados direito e esquerdo do tórax, axilas e dorso e que tende a desaparecer precocemente (AMARAL et al, 2002; KOBINGER, 2003; RIVERA et al, 2007).

Além disso, os sopros não estão presentes em cardiopatias críticas como atresia valvar, transposição e coarctação pré-ductal (MAHLE et al, 2009; PATTON e HEY, 2006). Assim, a ausência do sopro não exclui a presença de uma doença cardíaca potencialmente grave (MAHLE et al, 2009; PATTON e HEY 2006; AINSWORTH, WYLLIE e WREN, 1999; SILVA e SILVA, 2000). No entanto, diante da ausculta de um sopro recomenda-se o encaminhamento precoce do neonato para um diagnóstico definitivo (AINSWORTH, WYLLIE e WREN, 1999).

A cianose é o dado do exame físico que mais sugere uma cardiopatia congênita e se caracteriza pela coloração azul-acinzentada de pele e mucosas, devido à presença de hemoglobina desoxigenada. O quadro cianótico inicialmente pode manifestar-se somente

durante o choro ou sucção do leite materno e posteriormente ir progredindo conforme a circulação fetal se adaptar e o canal arterial se fechar (SILVA e SILVA, 2000).

A presença de cianose central sem sinais de insuficiência respiratória sugere cardiopatia congênita cianótica, podendo haver uma leve taquipnéia, com pouca ou nenhuma dificuldade respiratória, por estímulo dos quimiorreceptores pela hipóxia. Assim, diante de um RN cianótico, independente do quadro clínico e se a cianose não melhora rapidamente após a inalação de O<sub>2</sub>, deve-se suspeitar de cardiopatia (AMARAL et al, 2002; SILVA e SILVA, 2000).

A presença de frequência respiratória em RN maior que 60 incursões por minuto é considerada anormal. A taquipneia frequentemente antecede o esforço respiratório e o batimento de asa de nariz e mesmo na ausência de dispneia pode sugerir falência do coração esquerdo (SILVA e SILVA, 2000; KOBINGER, 2003).

Durante o exame físico do RN, a ausculta cardíaca deve ser sistematizada e realizada com a criança calma e repetidas vezes avaliando-se as bulhas cardíacas nos focos em que geralmente são mais audíveis (KOBINGER, 2003). O ritmo e a frequência cardíaca também devem ser avaliados, para avaliação do estado hemodinâmico e em busca de arritmias neonatais (SILVA e SILVA, 2000).

As arritmias mais frequentes no período neonatal incluem as extra-sístolas, o bloqueio atrioventricular total congênito e a taquicardia paroxística supra-ventricular (TPSV). Dentre as extra-sístoles, as mais comumente encontradas no neonato são as supraventriculares, consideradas benignas e que podem se manifestar em até 20% dos prematuros, nos primeiros dias de vida, não exigindo intervenção terapêutica. O bloqueio atrioventricular total congênito é suspeitado na presença de uma frequência cardíaca baixa (50 a 70 batimentos cardíacos por minuto). As crianças geralmente estão clinicamente estáveis, mas podem desenvolver uma descompensação cardíaca grave com necessidade de marcapasso, se a frequência for menor que 50 batimentos por minuto (bpm). A TPSV, por sua vez, é uma entidade clínica habitualmente frequente neste período, devido à imaturidade do sistema de condução intracardíaco ou, mais raramente, secundária à síndrome de Wolff-Parkinson-White (WPW). O RN geralmente está assintomático ou apresenta sintomas inespecíficos, como irritabilidade e gemência, mas pode haver também casos de insuficiência cardíaca. Habitualmente o primeiro sinal ao exame físico é uma frequência cardíaca acima de 200 pm, podendo atingir até 400 bpm em ritmo regular (AMARAL et al, 2002).

Além disso, devem ser avaliados outros aspectos, como a atividade do RN, visto que letargia e hiporreatividade aos estímulos podem ser sinal de baixo débito ou hipóxia. Um

quadro de má perfusão periférica, pele moteada, extremidades frias e pálidas acompanham o baixo débito (SILVA e SILVA, 2000). Lactentes com insuficiência cardíaca congestiva ou distúrbios do ritmo cardíaco podem apresentar manifestações como choro persistente, sudorese excessiva de polo cefálico, palidez, irritabilidade e dificuldade de se alimentar (KOBINGER, 2003). A hepatomegalia, presente em quadros de congestão venosa sistêmica, também pode indicar uma cardiopatia e por isso sua presença deve ser avaliada (SILVA e SILVA, 2000).

Deve-se ressaltar que sinais como: presença de cardiomegalia na radiografia de torác, frequência cardíaca maior que 150 bpm, frequência respiratória maior que 60 ipm e congestão pulmonar, associado a um dos seguintes: hepatomegalia (>3cm), ritmo de galope ou pletora pulmonar são critérios diagnósticos de insuficiência cardíaca (IC) neonatal (SOCIEDADE PORTUGUESA DE PEDIATRIA, 2004).

A palpação e avaliação dos pulsos dos membros superiores e inferiores também se faz de suma importância, uma vez que pulsos fracos ou ausentes em membros inferiores sugerem coarctação da aorta, pulsos de grande amplitude ocorrem em estados hipercinéticos, grandes fístulas arteriovenosas sistêmicas, persistência do canal arterial, insuficiência aórtica e em prematuros, pulsos de baixa amplitude associam-se a um coração esquerdo hipoplásico, insuficiência cardíaca e choque devido ao baixo débito cardíaco, pulsos finos, difusamente diminuídos de amplitude, sugerem uma patologia obstrutiva do trato de saída do ventrículo esquerdo e pulsos assimétricos associam-se a malformações vasculares regionais ou a coarctação da aorta, em que o pulso radial direito é mais amplo que o esquerdo (KOBINGER, 2003; SILVA e SILVA, 2000).

No entanto, muitos casos de cardiopatia congênita não são detectados durante o exame físico, visto que alguns RN se apresentam assintomáticos e sem sinais físicos clinicamente detectáveis (RICHMOND, REAY e ABU-HARB, 2002). A cianose pode não ser evidente clinicamente e os neonatos são inicialmente assintomáticos com perfusão e frequência respiratórias normais (LISKE et al, 2006). Este fato e a atual tendência de alta precoce elevam potencialmente o risco de colapso circulatório e morte, por fechamento do canal arterial fora do ambiente hospitalar (MERBERG et al, 2008).

Assim, percebe-se que o exame físico pode falhar na detecção de um RN com cardiopatia enquanto o canal arterial ainda estiver aberto, visto que a hipoxemia é difícil de ser detectada neste período e que a circulação de transição fetal pode mascarar importantes achados, a exemplo da ausência de pulsos femorais enquanto o canal arterial está patente, sendo assim, fundamentais os métodos de imagem na detecção precoce (MAHLE et al, 2009).

### 3.2 Ultrassonografia pré-natal e Ecocardiografia fetal

Desde a década de 1980, a ultrassonografia obstétrica passou a ser utilizada no rastreamento de anomalias congênitas (MAHLE et al, 2009). No entanto, a detecção das cardiopatias congênitas durante o período pré-natal ainda é baixa (BRUNS et al, 2006).

No Brasil, desde 2000, o Ministério da Saúde, recomenda que a gestante realize pelo menos seis consultas de pré-natal e que o início tão logo comece a gravidez (BRASIL, 2009). Em 2012, foram 2.905.789 nascidos vivos, sendo que a ocorrência de mais de sete consultas de pré-natal ocorreu em 1.792.629 destes. Assim, 40% das mães sequer fazem pré-natal e quando o fazem, não conseguem realizar a ultrassonografia morfológica no segundo semestre da gestação, quando o coração é avaliado. Se forem considerados apenas dados da região Nordeste, o número de mães que não realizam pré-natal aumenta para 50% (BRASIL, 2012). Soma-se a isso o fato de o ultrassonografista só realizar o exame de uma forma simplificada, o que acarreta um índice baixo de identificação de cardiopatias, resulta-se que menos de 50% dos casos de CCC são identificados através do exame ultrassonográfico, com taxas de detecção variando de 6 a 35% (MAHLE et al, 2009; JAEGGI et al, 2001; NETO et al, 2009; BACALTCHUK, ANTUNES e ZIELINSKY, 2001).

Durante a rotina do pré-natal, frequentemente, a gestante é submetida a ultrassonografia durante as 11<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> semanas, que além de auxiliar na determinação precisa da idade gestacional, permite a avaliação da translucência nucal. Posteriormente, já entre a 20<sup>a</sup> e 24<sup>a</sup> semanas, deve ser realizada a ultrassonografia morfológica, a fim de estudar a morfologia do conceito, visto que permite a detecção da maioria das anomalias congênitas. (AMORIM e MELO, 2009; HAGGEMAN e ZIELINSKY, 2004; NETO et al, 2009).

A translucência nucal (TN) consiste em um espaço hipocogênico entre a pele e o tecido subcutâneo que recobre a coluna cervical do feto e vem sendo amplamente utilizada desde os estudos de Kagan et al., como marcador para avaliação de risco para anormalidades cromossômicas (BRUNS et al, 2006; AMORIM e MELO, 2009; KAGAN et al, 2008). O aumento da espessura da TN se mostrou um método eficaz para o rastreio de aneuploidias e malformações (GHI et al, 2001; PERALTA e BARINI, 2011). Diversos mecanismos fisiopatológicos têm sido implicados no aumento da TN, inclusive a insuficiência cardíaca, embora ainda não se explique como esta seria capaz de produzir no feto um edema restrito à região nucal (BRUNS et al, 2006).

Considera-se que um aumento da espessura da TN está relacionado a um aumento do risco de anomalia cardíaca (GHI et al, 2001). Em estudo realizado com 1389 fetos cromossomicamente normais, mas que apresentavam aumento da TN foi relatado que a prevalência de defeitos cardíacos aumentou exponencialmente com a medida da TN (HYETT et al, 1997). Hyett et al (1999) estudando 29154 gestações únicas de fetos cromossomicamente normais, entre a 10ª e 14ª semanas de gestação relataram que 55% das principais anomalias e grandes artérias estão associada a aumento da TN e que o risco global de defeito cardíaco é de 2% quando a TN está acima do percentil 95, aumentando significativamente para 6%, se a mesma encontra-se acima do percentil 99 .

Assim, embora a TN aumentada tenha uma baixa sensibilidade (11,1% a 56%), quando utilizada como método de rastreio para as CC (BRUNS et al, 2006), a mesma deve consistir em indicação para a ecocardiografia fetal (BRUNS et al, 2006; HYETT et al, 1999).

Embora, a precisão da ultrassonografia do primeiro trimestre para detectar as anormalidades cromossômicas e o potencial em visualizar com precisão a anatomia fetal, a ultrassonografia morfológica do segundo trimestre continua a ser crucial para a pesquisa morfológica detalhada do concepto (EBRASHY et al, 2010). SALTVEDT et al (2006) comparando o índice de detecção de malformações em 39572 gestantes submetidas a um único exame ultrassonográfico, entre a 12 e 14 semanas ou entre a 15 e 22 semanas, relataram sensibilidade de 38% para o exame do primeiro trimestre e 47% para quando realizado durante o segundo trimestre.

A análise do coração durante a ultrassonografia fetal cardíaca tem no corte das quatro câmaras, a imagem principal para a triagem de malformações cardiovasculares, visto que a maioria das anormalidades que afetam o lado direito ou esquerdo do coração determinam uma imagem de quatro câmaras anormal. No entanto, defeitos como a Transposição dos grandes vasos e a Tetralogia de Fallot relacionam-se a imagens de quatro câmaras normais. Desta forma, a adição de imagens das vias de saída direita e esquerda pode elevar o índice de detecção (HAGGEMAN e ZIELINSKY, 2004). A ultrassonografia fetal através das imagens de quatro câmaras e das vias de saída pode detectar 83% das malformações cardiovasculares (BROMLEY et al, 1992).

No entanto, observa-se que em 50% dos casos, um feto cardiopata tem laudo ultrassonográfico normal durante o pré-natal (LOPES, MYIADAHIRA e ZUGAIB, 1999). Para Mahle (2009), vários fatores estão associados a esta taxa de detecção de CCC relativamente baixa, entre eles: a qualidade dos aparelhos, os diferentes graus de formação dos profissionais que efetuam o exame, como técnicos, perinatologistas e obstetras gerais,

além do acesso limitado ao recurso para determinados grupos étnicos/raciais ou de baixo poder sócio-econômico. Neto (2009) também atribui a dificuldade de diagnóstico intra-útero das alterações cardiovasculares a baixa qualificação dos médicos ultrassonografistas em detectar malformações anatômicas e funcionais do coração fetal, bem como a não haver uma pesquisa sistemática destas alterações durante a ultrassonografia obstétrica de rotina.

Desta forma, a dúvida em relação à existência de cardiopatia ou mesmo a visibilização de uma imagem suspeita durante a ultrassonografia, deveria remeter a gestante para a realização do ecocardiograma fetal, em nível secundário de atenção (HAGGEMAN e ZIELINSKY, 2004). Este exame é de responsabilidade do ecocardiografista pediátrico treinado em ecocardiografia e cardiologia fetal e tem por finalidade o diagnóstico da cardiopatia, mas também o acompanhamento ecocardiográfico mensal até o nascimento, o aconselhamento genético-cardiológico para os pais, além do planejamento do parto em hospital com suporte em cardiologia pediátrica e cirurgia cardíaca (LOPES, MYIADAHIRA e ZUGAIB, 1999).

A ecocardiografia em nível secundário pode ser realizada a partir da 18ª semana, sendo que o período ideal para a resolução da imagem é na 28ª semana. Pode ser indicado na presença de fatores maternos, como: história familiar de cardiopatia congênita (risco de 10% se pais afetados), filho anterior cardiopata (2% de risco para um filho afetado e 10% para dois afetados), diabetes melito (incidência de cardiopatia até três vezes maior, o controle adequado no início da gestação provavelmente reduz esse risco) e exposição a agentes comprovadamente cardiogeratogênicos (lítio, anticonvulsivantes) ou que tenham ação no canal arterial (antiinflamatórios não hormonais, indometacina, ácido acetilsalicílico), ocorrência de rubéola ou outras infecções durante a gestação, é indicado ainda na presença de fatores fetais, como: gestantes “normais” que tenham laudo de ultrassonografia obstétrica com suspeita de anomalia cardíaca, conceptos com anomalias extracardíacas ou cromossomopatias, medida de translucência nucal aumentada, independente do resultado do cariótipo, hidropisia fetal não imune, arritmias fetais, feto apresentando bradicardia ou taquicardia (LOPES, MYIADAHIRA e ZUGAIB, 1999; TRAVANCAS, 2000; ZIELINSKY, 1997)

### 3.3 Ecocardiograma pós-natal

A ecocardiografia, tanto fetal como pós-natal, tornou-se o método padrão-ouro para o diagnóstico definitivo e acompanhamento das cardiopatias congênitas, facilitando também a conduta médica e cirúrgica (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2004). No pós-natal, é utilizada para diagnóstico ou exclusão de cardiopatias congênitas em crianças de alto risco, bem como para avaliação de função cardiovascular (KNOWLES et al, 2005).

O ecocardiograma consiste no exame do coração, com o órgão em movimento, através da utilização de ondas sonoras. Permite a visualização das quatro câmaras, dos grandes vasos e das válvulas cardíacas e através da aplicação do Doppler, avalia também, a direção do fluxo sanguíneo (KNOWLES et al, 2005).

No RN está indicado quando há: cianose, desconforto respiratório e insuficiência cardíaca; anormalidades cromossômicas ou anomalias extracardíacas com probabilidade de cardiopatia; ausência de melhora da função cardiopulmonar em prematuro com doença pulmonar; doença sistêmica materna associada a morbidade neonatal; sopro intenso ou outra anormalidade cardíaca; síndrome com herança dominante associada a cardiopatia ou incidência em vários membros da família; cardiomegalia a radiografia de tórax; dextrocardia, situs visceral ou pulmonar ao exame clínico, ECG ou radiografia; arritmias e/ou distúrbios da condução elétrica; hidropisia fetal não imunológica; sopro suave na borda esternal inferior esquerda; dificuldade de crescimento na ausência de uma anormalidade clínica definida; uma síndrome associada a cardiopatia congênita sem evidência clínica de anormalidade cardíaca; ritmo cardíaco ectópico fetal não sustentado e ausência de arritmia pós-parto e ainda para acompanhamento de neonato submetido a fechamento do canal arterial (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2004).

No entanto, embora seja uma ferramenta diagnóstica de extrema importância, quando utilizada para o rastreamento das cardiopatias congênitas, apresenta algumas limitações, em especial o alto custo. Além disso, quando empregada como ferramenta de rastreio, implica uma taxa de 5% de falso-positivos (KNOWLES et al, 2005; GRIEBSCH et al, 2007) relacionados com a fisiologia da circulação de transição fetal para a fase pós-natal ou com o reconhecimento de lesões não significativas clinicamente (KNOWLES et al, 2005; MAHLE et al, 2009).

É sabido ainda, que a maioria das maternidades não é capaz de disponibilizar o ecocardiograma para RN antes da alta hospitalar (RICHMOND, REAY e ABU-HARB, 2002) e quando disponível, irá necessitar de pessoal adequadamente treinado para a realização da técnica com razoável grau de precisão (MAHLE et al, 2009).

## 4 APLICAÇÃO DA PULSO-OXIMETRIA NA TRIAGEM DE CARDIOPATIAS CONGÊNITAS

### 4.1 Teste de Rastreamento

O termo "triagem" em medicina não tem um conceito universalmente aceito, mas existe um consenso de que deve abranger três elementos: o primeiro é consistir em um processo de seleção cujo objetivo é identificar indivíduos em alto risco de apresentar uma desordem específica, que justifique uma investigação mais aprofundada ou uma ação preventiva. O segundo é ser sistematicamente oferecida a uma população que não buscou atendimento médico por sintomas da doença para a qual a triagem está sendo fornecida e o terceiro é ter a finalidade de beneficiar os indivíduos selecionados (WALD, 2008).

Assim, a triagem ou rastreio seria a aplicação sistemática de um teste ou investigação, para identificar indivíduos em risco suficiente de um distúrbio específico, entre aquelas pessoas que não buscaram atendimento médico por conta dos sintomas dessa doença, e beneficiá-los com novas investigações ou através de medidas preventivas diretas (WALD, 2008). É importante também, que não apenas um teste de rastreamento seja aplicado a uma população aparentemente normal a fim de identificar indivíduos com alta probabilidade de terem determinada doença, mas que existam possibilidades terapêuticas que reduzam a morbidade e a mortalidade da mesma (BRUNS et al, 2006).

No entanto, como não consiste em um teste diagnóstico, a triagem neonatal pode entre os resultados negativos, incluir algumas crianças afetadas, chamadas de falso-negativos e entre os resultados ditos positivos incluir uma parcela de crianças não afetadas, referidas como falso-positivos. No caso dos falso-negativos, pacientes e profissionais de saúde podem ser falsamente tranquilizados pelo resultado do teste, e já quando ocorre um falso-positivo, pode ocorrer uma preocupação desnecessária por parte dos responsáveis e da equipe de saúde, submetendo estas crianças aos riscos de outros testes diagnósticos (KNOWLES et al, 2005).

Assim, a importância de um teste de rastreio positivo será determinada pelo equilíbrio entre os objetivos do rastreio e os malefícios percebidos para os indivíduos não detectados

com a doença ou para os indivíduos saudáveis erroneamente identificados (KNOWLES et al, 2005).

#### 4.2 A pulso-oximetria

A história da oximetria se inicia em Tübingen, na Alemanha, em 1876, quando Karl von Vierordt mensura a taxa de mudança espectral da luz penetrante em um tecido quando a circulação era interrompida. No entanto, seu trabalho foi ignorado até 1931, quando Ludwig Nicolai em Göttingen, Alemanha, registrou o consumo de oxigênio de uma mão in vivo, após oclusão circulatória. Em 1939, Karl Matthes em Leipzig, construiu o primeiro aparelho de oximetria no ouvido e contrabalançou a luz vermelha e infravermelha, a partir da introdução deste segundo comprimento de onda insensível à saturação. Um ano após, em Londres, Squire percebeu que as diferenças de transmissão de luz vermelha e infravermelha, antes e após expulsar o sangue da mão com um manguito de pressão, eram diretamente relacionadas a mudanças na saturação de oxigênio (SEVERINGHAUS e ASTRUP, 1986; SEVERINGHAUS, 2007).

Grandes avanços ocorreram durante a Segunda Guerra Mundial, diante da necessidade de monitorar a oxigenação dos pilotos militares e alertá-los para a hipóxia. Millikan, 1942 cunhou a palavra “oxímetro” para um dispositivo portátil para o ouvido que lia a absorção de energia nos espectros de luz vermelha e infravermelha. (FOUZAS, PRIFTIS e ANTHRACOPOULOS, 2011; SEVERINGHAUS, 2007).

No entanto, o avanço mais significativo ocorreu a partir de 1972, quando Takuo Aoyagi um engenheiro elétrico japonês, interessado em medir o débito cardíaco de forma não invasiva através de uma técnica de diluição de corante, percebeu que as alterações indesejáveis na absorção da luz pelo tecido causado pela natureza pulsátil do sangue arterial poderiam ser utilizadas para calcular a saturação de oxigênio, levando ao desenvolvimento do primeiro oxímetro de pulso, que começaria a ser comercializado pela Minolta Company em 1978 (AOYAGI, 2003; FOUZAS, PRIFTIS e ANTHRACOPOULOS, 2011; SEVERINGHAUS, 2007). Em 1989, havia 29 fabricantes que produzindo 45 modelos diferentes de oxímetro (SALYER, 2003).

Nas décadas seguintes, com o desenvolvimento das tecnologias de emissão de luz e processamento de sinal, os oxímetros de pulso foram adaptados e melhorados, tornando-se

disponíveis para aplicação na prática médica (FOUZAS, PRIFTIS e ANTHRACOPOULOS, 2011).

A pulso-oximetria se baseia, portanto, nas características específicas dos espectros de absorção da hemoglobina oxigenada (oxihemoglobina) e desoxigenada (desoxihemoglobina). A desoxihemoglobina absorve luz vermelha, com comprimentos de onda entre 600-750 nm, enquanto a oxihemoglobina absorve o espectro infravermelho de comprimento de onda entre 850- 1000 nm. Através da relação da absorção da luz nestes dois espectros, calcula-se a saturação de hemoglobina nos capilares (MAHLE et al, 2009; FOUZAS, PRIFTIS e ANTHRACOPOULOS, 2011). Portanto, os oxímetros de pulso atuais apresentam dois diodos emissores de luz (LEDs) em que um emite luz no espectro vermelho, no comprimento de onda de 660nm e o outro emite no espectro infravermelho com comprimento de onda de 940 nm (JUBRAN, 1999).

A técnica tem sido amplamente aceita como método não invasivo para determinação da saturação de oxigênio ( $SpO_2$ ), visto que não exige calibração e é capaz de fornecer instantaneamente dados que se correlacionam de forma satisfatória com as medidas dos gases no sangue (MAHLE et al, 2009).

A saturação é calculada a partir de algoritmos de calibração presentes no microprocessador do oxímetro e representa a média das  $SpO_2$  medidas nos últimos 3 a 6 segundos, sendo atualizada a cada 0,5 a 1 segundo. Os locais para a mensuração são geralmente dedos, pavilhão auditivo ou lóbulo da orelha e em neonatos, palmas das mãos e plantas dos pés. Além disso, o aparelho deve ser posicionado de forma que o emissor e o detector estejam opostos um ao outro contendo 5 a 10 mm de tecido entre eles (FOUZAS, PRIFTIS e ANTHRACOPOULOS, 2011).

A precisão das leituras do oxímetro varia de acordo com o valor absoluto e é geralmente descrita como  $\pm 2\%$  para valores acima de 70% e  $\pm 4\%$  para aqueles abaixo de 70% (KNOWLES et al, 2005). É relatado também que ocorrem variações na precisão entre os valores menores que 90% ou nas saturações mais altas como de 99 a 100%. No entanto, os oxímetros comercialmente disponíveis tem seu pico de desempenho na faixa de 92 a 97% e desta forma o intervalo essencial utilizado para a triagem através da pulso-oximetria (94% a 97%) apresenta variabilidade desprezível (MAHLE et al, 2009).

No entanto, uma baixa perfusão periférica ou baixa temperatura nos membros, artefatos de movimento, o desprendimento parcial do aparelho do local em que foi fixado, pigmentação da pele, hiperbilirrubinemias e disemoglobinemias podem interferir na precisão e fornecer leituras falsamente baixas da saturação arterial (KNOWLES et al, 2005, MAHLE

et al, 2009). Afirma-se ainda que embora a SpO<sub>2</sub> média do RN nas primeiras 24 horas esteja entre 97% e 98%, quando se utiliza a oximetria de forma contínua, observa-se episódios de dessaturação periódicas ou sustentada em que a saturação torna-se menor que 95%. Estes episódios geralmente ocorrem durante o sono, choro ou alimentação do RN (O' BRIEN et al, 2000; LEVESQUE et al, 2000; TOTH, BECKER e SEELBACH-GÖBEL, 2002; MOK et al, 1986).

Assim durante a realização da técnica da pulso-oximetria deve ser atentado para algumas condições: a aplicação do sensor deve estar na mão direita e os dois pés, com o local bem perfundidos e completamente coberto pelo detector do sensor. Em casos de má perfusão, deve-se realizar o reaquecimento local de áreas de sensores para restaurar a qualidade do sinal, além disso, o local necessita estar seco e limpo antes da colocação do sensor. A palma da mão e face lateral do pé são os locais preferidos, com a extremidade livre de manguito de pressão arterial ou cateteres intra-arteriais ou intravenosos e com o detector bem acoplado à pele para proporcionar melhor desempenho, no entanto é preciso cuidado para não danificar a frágil pele do RN. Na presença de fontes de luz brilhante, o local do sensor será coberto com um material opaco a fim de minimizar o potencial de interferência da luz ambiente e evitar leituras imprecisas. A leitura da oximetria de pulso estará completa quando o pletismógrafo exibir uma forma de onda estável ou existir outra indicação de que o dispositivo está devidamente rastreando a saturação do bebê (IOWA, 2012).

O'Brien et al (2000) através de estudo com 90 RNs que nasceram após 37 semanas de gestação, relataram que durante o primeiro dia de vida RNs a termo tem valores de SpO<sub>2</sub> iniciais muito semelhantes ao de crianças mais velhas, com um intervalo entre 89-100%. O valor médio encontrado nas 20-24 horas de vida foi 97,8% e para neonatos entre 2 e 7 dias de vida o valor foi de 97,6%.

Assim, uma vez que a hipoxemia resultante da mistura de sangue entre as circulações sistêmica e venosa ou da circulação em paralelo é uma característica comum de muitas cardiopatias congênitas e que a pulso-oximetria é capaz de identificar hipoxemia antes que haja cianose evidente, a técnica tem sido proposta como uma ferramenta útil de triagem para detecção precoce de CC em RN assintomáticos (MAHLE et al, 2009; FOUZAS, PRIFTIS e ANTHRACOPOULOS, 2011; THANGARATINAM et al, 2007; KNOWLES et al, 2005; RIEDE et al, 2010).

A aplicação da pulso-oximetria na detecção de CC que poderiam passar despercebidas durante o pré-natal e o exame físico do RN começou a ser sugerida em 1995 (KATZMAN, 1995). Desde então, numerosos estudos relatam que RN com CCC apresenta valores

significativamente mais baixos de SpO<sub>2</sub> quando comparados a controles na mesma faixa etária. Em estudo com 22 neonatos com CC cianótica, Byrne et al mediram a saturação nos membros superiores e inferiores encontraram uma diferença de 7% entre as medidas (RICHMOND, REAY e ABU-HARB, 2002).

Estudo posterior mostrou que 85% dos RN com suspeita de doença cardíaca congênita ou posteriormente diagnosticados com lesão obstrutiva do coração esquerdo apresentavam resultado anormal na oximetria (HOKE et al, 2000). Em estudo com 45 RN a termo com menos de 48 horas de vida foi relatada uma SpO<sub>2</sub> média de 97,7%, com valor ligeiramente inferior de 96,5% para aqueles que apresentavam comunicação interventricular (CIV) não complicada. No entanto, quando havia uma malformação cardíaca severa, a saturação sofria queda ainda mais significativa, atingindo 88,3%. Concluindo, portanto que, a faixa normal de saturação em neonatos é estreita e a pulso-oximetria poderia ser útil na seleção de RN com doença cardíaca que requer intervenção precoce (RICHMOND, REAY e ABU-HARB, 2002).

A sensibilidade da pulso-oximetria na triagem de CC, embora varie dramaticamente entre os estudos (MAHLE et al, 2009) é estimada em 75% para lesões críticas e 49% para as principais lesões, com índice de falso positivos menor de 1% (EWER et al, 2011), já a especificidade é de 99,8% (MEBERG et al, 2008).

Embora muitas cardiopatias apresentem comprometimento clínico já nas 48 horas iniciais de vida, o momento ideal para se realizar a triagem através desta estratégia para parece ser após 24 horas do nascimento, visto que o nível de saturação pode variar consideravelmente durante estas primeiras horas (MAHLE et al, 2009; KEMPER, 200). Quanto menos horas após o nascimento ocorrem as mensurações, maior o risco de resultados falso-positivos (RICHMOND, REAY e ABU-HARB, 2002). A taxa de falso-positivos pode ser até de 5% quando realizada nas 24 horas iniciais e reduz para 1% quando realizada antes da alta hospitalar (MAHLE et al, 2009). Logo, a triagem através da oximetria de pulso em RN com 24 horas de vida ou antes da alta hospitalar pode identificar precocemente cardiopatia congênita (HOKE et al, 2000).

Deve-se estabelecer ainda, um ponto de corte para a SpO<sub>2</sub>, abaixo do qual a mesma será considerada anormal, uma vez que quando estabelecido como limite um valor muito alto irá aumentar a sensibilidade e reduzir a especificidade, enquanto que um valor limite de SpO<sub>2</sub> muito baixo diminuirá a sensibilidade e aumentará a especificidade (MAHLE et al, 2009). A depender do ponto de corte estabelecido, a taxa de falso-positivo pode variar entre 0,009% e 5% (WHAL GRANELLI et al, 2009). O valor de normalidade como sendo maior ou igual a

95% parece ser o mais apropriado e tem sido utilizado na maioria dos estudos (MAHLE et al, 2009; THANGARATINAM et al, 2007).

Alguns estudos relatam que a saturação nos membros inferiores é aproximadamente 1% menor que a dos membros superiores em RN com 24 horas de vida devido a misturas ao nível do canal arterial, porém, em bebês com CC essa diferença pode ser ainda mais acentuada (MAHLE, 2009). Hoke et al (2000) comparando a diferença de SpO<sub>2</sub> entre braço e pernas de bebês saudáveis e bebês com CC, referiu que em crianças saudáveis essa diferença é insignificante enquanto que nas cardiopatas há uma diferença marcante e que as medições simultâneas da saturação em braços e pernas requerem pouco tempo extra e podem ser realizadas durante o atendimento de rotina da equipe de saúde.

Portanto, não basta apenas que a saturação em mão direita e algum dos pés seja maior ou igual a 95%. Para o teste ser considerado maior, deve-se obter uma diferença entre o membro superior direito e um dos pés menor ou igual a 2% (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA, 2011).

Whal Granelli et al (2009) afirma que os valores de corte ideais para a triagem correspondem a uma saturação <95% ou uma diferença > 3% entre a mão direita e o pé. Relata também que a adição do critério da diferença >3% acrescenta menos de um minuto extra para a realização da técnica, não aumenta a taxa de falso-positivo em bebês normais, mas detecta alguns casos a mais de cardiopatia, visto que esta diferença entre a saturação pré-ductal e pós-ductal aumenta a probabilidade de diagnóstico de uma circulação sistêmica dependente do canal arterial, possibilitando novas investigações e possivelmente a profilaxia com prostaglandinas.

Segundo a Sociedade Brasileira de Pediatria (2011), a triagem para CC através da pulso-oximetria, conhecida como teste do coraçãozinho, deve ser realizada em todo RN aparentemente saudável com idade gestacional maior que 34 semanas, entre 24 e 48 horas de vida, antes da alta hospitalar, com o sensor colocado no membro superior direito e em um dos membros inferiores. O resultado normal é evidenciado quando há SpO<sub>2</sub> ≥ 95% em ambas as medidas (membro superior direito e membro inferior) e uma diferença menor que 3% entre as mesmas. Caso qualquer dos membros apresente leitura menor que 95% ou se houver uma diferença igual ou maior que 3% entre as medidas do membro superior direito e membro inferior, uma nova aferição deverá ser realizada após 1 hora. Caso o resultado se confirme, não deve ser fornecida alta hospitalar ao neonato e um ecocardiograma deverá ser realizado dentro das 24 horas seguintes.

Em relação ao custo da pulso-oximetria como teste de triagem para as CC, estima-se que o custo do aparelho pode variar entre 1.232 dólares a 1.703 dólares, dependendo do tipo de máquina, estando disponível um oxímetro por hospital, com vida útil de 5 anos, adicionando ainda o custo dos itens de consumo, neste caso os sensores seria exigido por ano 250 dólares pra cada sensor, podendo-se disponibilizar de dois sensores reutilizáveis por ano já que o risco de infecção cruzada é considerado insignificante. Já para a realização da triagem através do ecocardiograma, o custo para instalação de uma unidade de ecocardiografia pediátrica seria entre 94.000 dólares e 152,750 dólares, além dos custos dos itens de consumo, por volta de 0,80 dólares por exame, e um contrato de manutenção anual de 10.354 dólares. Desta forma, o custo total de um programa de triagem para CC utilizando a pulso-oximetria seria de 480.000 dólares, enquanto que para a ecocardiografia seria de 3.540.000 dólares (KNOWLES et al, 2005).

A pulso-oximetria, no entanto, segundo alguns estudos, pode ser menos eficaz na detecção de lesões cardíacas de grave comprometimento cardiovascular, como síndrome do coração esquerdo hipoplásico, estenose e coarctação de aorta (MEBERG et al, 2008; WHAL GRANELLI, 2009; RICHMOND, REAY e ABU-HARB, 2002). Assim, torna-se imperioso a realização de um exame físico cuidadoso que inclua investigação de sinais de ICC, cianose, sopro e palpação de pulsos, visto que a realização da técnica também não descarta a realização de exame físico em todo RN antes da alta hospitalar (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA, 2011) e deve representar uma estratégia complementar de avaliação (MERBERG et al, 2008). Em uma análise com 32 RN com CC, 5 não foram identificados pela oximetria: 2 casos de estenose pulmonar, 1 de dupla via de entrada do ventrículo esquerdo, 1 de estenose aórtica e 1 de interrupção do arco aórtico e atresia coanal. Embora dos 13 casos de doenças obstrutivas do coração esquerdo, 11 tenham sido detectados precocemente por este método (HOKE et al, 2002)

Deve-se atentar ainda, que valores de SpO<sub>2</sub> <95% podem ser encontrado também em doenças pulmonares ou outras afecções (MERBERG et al, 2008; EWER et al, 2011). Merberg et al (2008) relatou que os mais baixos valores de saturação foram encontrados na presença de pneumotórax ou hipertensão pulmonar persistente. A possibilidade de detecção de outras doenças, a exemplo das respiratórias é uma vantagem adicional do método (EWER et al, 2011).

Assim, diante de um resultado alterado na oximetria, o RN deve ser avaliado para a existência de CC. Embora o exame clínico, radiografia de tórax e eletrocardiograma possam

ser ferramentas auxiliares, o ecocardiograma é a modalidade diagnóstica definitiva e deve ser realizado por um cardiologista pediátrico (MAHLE et al, 2009).

A pulso-oximetria é, portanto, um método não-invasivo, seguro e viável para a detecção de CC em RN assintomáticos, que apresenta sensibilidade melhor que o rastreamento pré-natal e o exame clínico isolados (EWER et al, 2011). Porém, quando combinada ao exame clínico apresenta sensibilidade de 82,76% na identificação de cardiopatias, superior a sensibilidade de todos os outros métodos isolados. (WHAL GRANELLI et al, 2009).

A facilidade de realização da técnica aliada ao baixo custo, ao fato de causar o mínimo desconforto ao bebê e à possibilidade de alertar a equipe de saúde para doenças potencialmente graves, fornecem ao método um forte potencial para a implantação como procedimento de rotina nos berçários (MERBERG et al, 2008) e caso estes pacientes apresentem alteração na triagem, que sejam submetidos a avaliação por ecocardiograma na unidade ou encaminhados a outro hospital de nível terciário que o faça (MAHLE et al, 2009).

Corroborando nossos esforços para a implantação do método em nosso estado, o Ministério da Saúde publicou no dia 11 de junho de 2014, no Diário Oficial da União, a portaria nº 20 de 10 de junho de 2014 em que torna pública a decisão de incorporar a oximetria de pulso - teste do coraçãozinho, a ser realizado de forma universal, fazendo parte da triagem Neonatal no Sistema Único de Saúde - SUS.

## II REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-HARB, M.; HEY, E.; WREN, C. Death in infancy from unrecognised congenital heart disease. **Archives of Disease in Childhood**. vol. 71: p. 3-7, 1994.

AHA. America Heart Association. **Common Types of Heart Defects**. 2013. Disponível em: [http://www.heart.org/HEARTORG/Conditions/CongenitalHeartDefects/AboutCongenitalHeartDefects/Common-Types-of-Heart-effects\\_UCM\\_307017\\_Article.jsp](http://www.heart.org/HEARTORG/Conditions/CongenitalHeartDefects/AboutCongenitalHeartDefects/Common-Types-of-Heart-effects_UCM_307017_Article.jsp). Acesso em: 20 dez. 2013.

AINSWORTH, S.B.; WYLLIE, J.P.; WREN, C. Prevalence and clinical significance of cardiac murmurs in neonates. **Arch Dis Child Fetal Neonatal**. vol.80, p. F43–F45, 1999.

AMARAL, F. et al. Quando suspeitar de cardiopatia congênita no recém-nascido. **Medicina, Ribeirão Preto**. vol. 35, p. 192-197, abr. /jun, 2002.

AMORIM, M.M.R.; MELO, A.S.O. Avaliação dos exames de rotina no pré-natal – parte 2. **Rev Bras Ginecol Obstet**. vol. 31, n. 7, p. 367-74, 2009.

ANDERSON, D. et al. Flow through the foramen ovale in the fetal newborn lamb. **J Physiology**. vol. 365, p. 19, 1985.

AOYAGI, T. Pulse oximetry: its invention, theory, and future. **J Anesth**. vol. 17, n. 4, p. 259-66, 2003.

BACALTCHUK, T.; ANTUNES, P.; ZIELINSKY, P. Rastreamento pré-natal de anormalidades cardíacas: papel da ultrassonografia obstétrica de rotina. **RBGO**. vol. 23, n. 9, p. 553-558, 2001.

BINOTTO, C.N. **Análise comparativa da circulação fetal e transicional pelo doppler ecocardiograma em fetos e recém-nascidos de gestantes diabéticas e gestantes não-diabéticas**. Dissertação (Doutorado em Saúde da Criança e do adolescente). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

BONNET, D. et al. Detection of transposition of the great arteries in fetuses reduces neonatal morbidity and mortality. **Circulation**. vol. 99, p. 916-8, 1999.

BRASIL. DATASUS. **Nascidos vivos – Brasil**: Nascimento por ocorrência por região Segundo consulta de pré-natal. 2012. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinasc/cnv/nvuf.def>. Acesso em 28 de março de 2014.

BRASIL. IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Nascimentos no Brasil: O que dizem as informações? Indicadores Sociodemográficos e de Saúde no Brasil, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 20 de 10 de junho de 2014**. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/sctie/2014/prt0020\\_10\\_06\\_2014.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/sctie/2014/prt0020_10_06_2014.html). Acesso em 20 de junho de 2014.

BROMLEY, B. et al. Fetal echocardiography: accuracy and limitations in a population at high and low risk for heart defects. *Am J Obstet Gynecol.* vol. 166, n. 5, p. 1473-81, maio, 1992.

BROWN, J.W.; PARK, H.J.; TURRENTINE, M.W. Arterial switch operation: factors impacting survival in the current era. *Ann Thorac Surg.* vol. 71, p. 1978–84, 2001.

BRUNS, R.F. O Papel da Translucência Nucal no Rastreamento de Cardiopatias Congênitas. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia.* vol. 87, n. 3, setembro, 2006.

EBRASHY, A. et al. 13–14-week fetal anatomy scan: a 5-year prospective study. *Ultrasound Obstet Gynecol.* vol. 35, p. 292–296, 2010.

ELDERSTONE, D.I.; RUDOLPH, A.M. Preferential streaming of the ductus venosus blood to the brain and heart in fetal lambs. *Am J Obstet Gynecol.* vol. 237, n. H724, 1979.

ELDERSTONE, D.I.; RUDOLPH, A.M.; HEYMAN, M.A. Effects of hypoxemia and decreasing umbilical flow on liver and ductus venosus blood flow in fetal lambs. *Am J Physiology.* vol. 238, n. H656, 1980.

EWER, A.K. et al. **Pulse oximetry screening for congenital heart defects in newborn infants (PulseOx): a test accuracy study.** 2009. Disponível em: [www.thelancet.com](http://www.thelancet.com). Acesso em 25 de novembro de 2013.

FOUZAS, S.; PRIFTIS, K.N.; ANTHRACOPOULOS, M.B. Pulse Oximetry in Pediatric Practice. *Pediatrics.* vol. 128, p. 740 – 752, 2011.

FRANKLIN, O. et al. Prenatal diagnosis of coarctation of the aorta improves survival and reduces morbidity. *Heart.* vol. 87, p. 67–69, 2002.

FRIEDMAN, A.H.; FAHEY, J.T. The transition from fetal to neonatal circulation: normal responses and implications for infants with heart disease. *Semin Perinatol.* v.17, n.2, p.106-121, 1993.

GARDINER, H.M. Response of the fetal heart to changes in load: from hyperplasia to heart failure. *Heart.* v.91, n.7, p.871-873, 2005.

GHI, T. et al. Incidence of major structural cardiac defects associated with increased nuchal translucency but normal karyotype. **Ultrasound Obstet Gynecol.** vol. 18, p. 610–614, 2001.

GRIEBSCHE, I. Comparing the clinical and economic effects of clinical examination, pulse oximetry, and echocardiography in newborn screening for congenital heart defects: a probabilistic cost-effectiveness model and value of information analysis. *Int J Technol Assess Health Care.* vol. 23, n. 2, p. 192-204, 2007.

GUITTI, J.C.S. Aspectos epidemiológicos das cardiopatias congênitas em Londrina, Paraná. **Arq Bras Cardiol.** vol. 74, p. 395-9, 2000.

HAGEMANN, L.L.; ZIELINSKY, P. Rastreamento populacional de anormalidades cardíacas fetais por ecocardiografia pré-natal em gestações de baixo risco no município de porto alegre. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia.** vol. 82, n. 4, abril, 2004.

HAMMERMAN, C. Persistência do canal arterial. Relevância clínica de prostaglandinas e inibidores de prostaglandinas em fisiopatologia e tratamento PDA. **Clin Perinatol.** vol. 22, n. 2, p. jun, 1995.

HARO, M.B.F. Persistência do canal arterial no período neonatal. **Pediatria (São Paulo)**, vol. 19, n. 4, p. 267-279, 1997.

HERON, M.P.; SMITH, B. L. Deaths: leading causes for 2003. **Natl Vital Stat Rep.** vol. 55, p. 1–92, 2007.

HOFFMAN, J.I.E.; KAPLAN, S. The incidence of congenital heart disease. **J Am Coll Cardiol.** vol. 39, p. 1890-900, 2002.

HYETT, J.A. et al. Increased nuchal translucency at 10-14 weeks of gestation as a marker for major cardiac defects. **Ultrasound Obstet Gynecol.** vol. 10, p. 242-6, 1997.

HYETT, J. et al. Using fetal nuchal translucency to screen for major congenital cardiac defects at 10-14 weeks of gestation: population based cohort study. **BMJ.** vol. 318, p. 81-5, janeiro, 1999.

HOKE, T.R. Oxygen Saturation as a Screening test for Critical Congenital Heart Disease. **Pediatric Cardiology.** vol. 23, n. 4, 2002.

IOWA. Iowa Neonatal Screening Programs . Iowa Department of Public Health. **Guidelines for Newborn Screening for Critical Congenital Heart Disease.** Iowa, agosto, 2012.

JAEGGI, E.T. et al. Comparative analysis of pattern, management and outcome of pre- versus postnatally diagnosed major congenital heart disease: a population-based study. **Ultrasound Obstet Gynecol.** vol. 17, p. 380–385, 2001.

JUBRAN, A. Pulse oximetry. **Critical Care**. vol. 3, n. 2, p. R11 a R17, 1999.

KAGAN, K.O. et al. Screening for trisomies 21, 18 and 13 by maternal age, fetal nuchal translucency, fetal heart rate, free b-hCG and pregnancy-associated plasma protein-A. **Human Reproduction** .vol.23, n. 9, p. 1968–1975, 2008.

KATZMAN, G.H. The newborn's SpO<sub>2</sub>: a routine vital sign whose time has come? **Pediatrics** vol. 95, p. 161–2, 1995.

KEMPER, A.R. Next steps in pulse oximetry screening research. **Pediatrics**. vol. 123, n. 2, p. e356-7; e357, fevereiro, 2009.

KNOWLES, R. et al. Newborn screening for congenital heart defects: a systematic review and cost-effectiveness analysis. **Health Technology Assessment**. vol. 9, n. 44, 2005.

KOBINGER, M.E.B.A. Avaliação do sopro cardíaco na infância. **Jornal de Pediatria**. vol. 79, supl.1 ,p 87-96, 2003.

LEVESQUE, B. M. et al. Pulse oximetry: what's normal in the newborn nursery? **Pediatr Pulmonol**. vol. 30, p. 406–412, 2000.

LISKE, M.R. et al. Report of the Tennessee Task Force on Screening Newborn Infants for Critical Congenital Heart Disease. **Pediatrics**. vol. 118, p. e1250, 2006.

LOPES, L.M.; MYIADAHIRA, S.; ZUGAIB, M. Eco Fetal: Indicações. **Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo**. vol 9, n. 5, set/out, 1999.

MAHLE, W.T. et al. Role of Pulse Oximetry in Examining Newborns for Congenital Heart Disease: A Scientific Statement from the AHA and AAP. **Pediatrics**. vol. 124, p.823-36, 2009.

MATTOS, S.S. Fisiologia da Circulação Fetal e Diagnóstico das Alterações Funcionais do Coração do Feto. **Arq Bras Cardiol**. vol. 69, n. 3, 1997.

MEBERG,A. et al. First Day of Life Pulse Oximetry Screening to Detect Congenital Heart Defects. **The Journal of Pediatrics**. p.761-65, junho, 2008.

MITCHELL, S.C.; KORONES, S.B.; BERENDES H.W. Congenital heart disease in 56,109 births. Incidence and natural history. **Circulation**, vol. 43, p. 323-32, 1971.

MIELKE, G.; BENDA, N. Cardiac output and central distribution of blood flow in the human fetus. **Circulation**. v.103, p.1662-1680, 2001.

MIYAGUE, N.I.; GHIDINI, A.; MIYAGUE, L.L.T. Fetal Breathing Movements are Associated with Changes in Compliance of the Left Ventricle. **Fetal Diagn Ther.** v.12, p.72-75, 1997.

MOK, J.Y. et al. Transcutaneous monitoring of oxygenation: what is normal? **J Pediatr.** vol. 108, p. 365–371, 1986.

NETO, C.N. et al. Validação do diagnóstico ultrassonográfico de anomalias fetais em centro de referência. **Rev Assoc Med Bras.** vol. 55, n. 5, p. 541-6, 2009.

O' BRIEN, L.M. et al. Oxygen saturation during the first 24 hours of life. **Arch Dis Child Fetal Neonatal.** vol. 83, p. F35–F38, 2000.

PATTON, C.; HEY, E. How effectively can clinical examination pick up congenital heart disease at birth?. **Arch Dis Child Fetal Neonatal.** vol. 91, p. F263–F267, 2006.

PERALTA, C.F.A. BARINI, R. Ultrassonografia obstétrica entre a 11<sup>a</sup> e a 14<sup>a</sup> semanas: além do rastreamento de anomalias cromossômicas. **Rev Bras Ginecol Obstet.** vol. 33, n. 1, p. 49-57, 2011.

RICHMOND, S.; REAY, G.; ABU-HARB, M. Routine pulse oximetry in the asymptomatic newborn. **Arch Dis Child Fetal Neonatal.** vol. 87, p. F83–F88, 2002.

RIEDE, F.T. Effectiveness of neonatal pulse oximetry screening for detection of critical congenital heart disease in daily clinical routine—results from a prospective multicenter study. **Eur J Pediatr.** vol. 169, p. 975–981, 2010.

RIVERA, I.R. et al. Cardiopatia Congênita no Recém-Nascido: da Solicitação do Pediatra à Avaliação do Cardiologista. **Arq Bras Cardiol,** vol. 89. n. 1, p 6-10, 2007.

ROSANO, A. et al. Infant mortality and congenital anomalies from 1950 to 1994: an international perspective. **J Epidemiol Community Health.** vol. 54, p. 660–666, 2000.

SALYER, J.W. Neonatal and Pediatric Pulse Oximetry. **RESPIRATORY CARE.** vol. 48, n. 4, abril, 2003.

SILVA, V.T.; SILVA, J.A. Avaliação Cardiovascular do Neonato. **Rev SOCERJ.** vol XIII, n. 1, p. 13-21, jan / fev / mar, 2000.

SOBRINHO, J.H.M. Circulação embrionária, fetal e transicional neonatal. In: SANTANA, M.V.T. **Cardiopatas congênitas no recém-nascido:** diagnóstico e tratamento. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 2005. Cap.2. p. 12-21.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. Diretriz para indicações e utilização da Ecocardiografia na prática clínica. **Arq Bras Cardiol.** vol. 82, (suplemento II), 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA. Departamento de Cardiologia e Neonatologia da SBP. **Diagnóstico precoce de cardiopatia congênita crítica: oximetria de pulso como ferramenta de triagem neonatal**, 2011.

SOCIEDADE PORTUGUESA DE PEDIATRIA. **Consensos Nacionais em Neonatologia.** Coimbra, p. 37, 2004.

ST JOHN SUTTON, M.G. et al. Quantitative assessment of right and left ventricular growth in the human fetal heart: a pathoanatomic study. **Circulation.** vol. 70, n. 935, 1984.

SALTVEDT, S. et al. Detection of malformations in chromosomally normal fetuses by routine ultrasound at 12 or 18 weeks of gestation—a randomised controlled trial in 39 572 pregnancies. **RCOG, BJOG An International Journal of Obstetrics and Gynaecology.** p.664-674, 2006.

SEVERINGHAUS, J. W.; ASTRUP, P.B. History of blood gas analysis. VI. Oximetry. **J Clin Monit.** vol. 2, n. 4, p. 270–288, 1986.

SEVERINGHAUS, J. W .Takuo Aoyagi: Discovery of Pulse Oximetry. **Anesth Analg.** vol.105 (6 Supl), p. S1-4, dezembro, 2007.

TALNER, C.N. Report of the New England Regional Infant Cardiac Program, by Donald C. Fyler, MD, **Pediatrics**, vol. 65(suppl), p. 375– 461, 1980. **Pediatrics.** vol. 102(pt 2), p. 258 – 259, 1998.

THANGARATINAM, S. et al. Accuracy of pulse oximetry in screening for congenital heart disease in asymptomatic newborns: a systematic review. **Arch Dis Child Fetal Neonatal.** vol. 92, p. F176–F180, 2007.

TOTH B, BECKER A, SEELBACH-GÖBEL B. Oxygen saturation in healthy newborn infants immediately after birth measured by pulse oximetry. **Arch Gynecol Obstet.** vol. 266 p. 105–107, 2002.

TRAVANCAS, P.R. Cardiologia Fetal - Metodologia diagnóstica e manuseio das principais anomalias cardíacas fetais. **Rev SOCERJ.** vol XIII, n. 2, Abr / Mai / Jun, 2000.

TWORETSKY W. et al. Improved surgical outcome after fetal diagnosis of hypoplastic left heart syndrome. **Circulation.** vol. 103, p. 1269–73, 2001.

VICTÓRICA, B.E. **Recém-Nascido Com Baixo Débito Sistêmico**. 2013. Disponível em: <http://www.bibliomed.com.br/bibliomed/books/livro8/cap/cap06.htm>. Acesso em 15 de janeiro de 2013.

WALD, N.J. Guidance on terminology. **J Med Screen**. vol. 15, p. 50, 2008.

WAHL GRANELLI, A. et al. **Impact of pulse oximetry screening on the detection of duct dependent congenital heart disease: a Swedish prospective screening study in 39 821 newborns**. *BMJ*. Vol. 338, p. a3037. Publicado em 8 de janeiro, 2009. Disponível em: [http://www.bmj.com/cgi/reprint/338/jan08\\_2/a3037](http://www.bmj.com/cgi/reprint/338/jan08_2/a3037). Acesso 10 de fevereiro de 2014.

WREN, C.; RICHMOND, S.; DONALDSON, L. Temporal variability in birth prevalence of cardiovascular malformations. **Heart**. vol. 83, p. 414–19, 2000.

ZIELINSKY, P. Malformações Cardíacas Fetais. Diagnóstico e Conduta. **Arq Bras Cardiol**. vol 69, n. 3, 1997.

### **III ARTIGO ORIGINAL**

VIABILIDADE DE EXECUÇÃO DO TESTE DO CORAÇÃOZINHO EM UMA MATERNIDADE PÚBLICA DE SERGIPE

VIABILIDADE DA OXIMETRIA EM MATERNIDADE PÚBLICA

Winnie B. da Silva<sup>1</sup>, Marcos A. Pavione<sup>2</sup>.

1. Médica pesquisadora graduada pela Universidade Federal de Sergipe, winnie.bs@hotmail.com.
2. Professor substituto da disciplina Pediatria II do Curso de Medicina da Universidade Federal de Sergipe, mapavione@hotmail.com.

Currículo Lattes dos autores:

1. <http://lattes.cnpq.br/1729520516423810>.
2. <http://lattes.cnpq.br/1093548575062964>.

Conflito de Interesse: Nada a declarar

Endereço da instituição: Universidade Federal de Sergipe – UFS. Rua Cláudio Batista. Bairro Santo Antônio. CEP: 49060-100. Aracaju – Sergipe, Brasil. Tel.: (79) 2105-1807.

Endereço para correspondência: Winnie Bastos da Silva. Rua Lourival Andrade, 735. Bairro Inácio Barbosa. CEP: 49040-320. Aracaju-Sergipe, Brasil. Telefone: (79) 98034321. Endereço eletrônico: winnie.bs@hotmail.com.

Contagem total de palavras: 2434

Contagem total de palavras do resumo: 250

## RESUMO

**Objetivo:** Demonstrar a viabilidade da oximetria (teste do coraçãozinho) para triagem de cardiopatias congênitas críticas, utilizando-se de poucos recursos em uma maternidade pública.

**Métodos:** Estudo prospectivo, experimental não controlado, onde a técnica da pulso-oximetria foi aplicada aos recém-nascidos > 34 semanas, entre 20 a 48 horas de vida, de abril a maio de 2014. Exame físico realizado a procura de sinais clínicos de cardiopatia. A oximetria foi realizada no membro superior direito e em um dos membros inferiores por cinco minutos. Considerado sugestivo de cardiopatia crítica uma saturação em um dos membros < 95% ou uma diferença na mensuração entre os membros  $\geq 3\%$ .

**Resultados:** Foram incluídos 47 recém-nascidos, em que 10,6% apresentavam indicação formal de ecocardiograma. Nenhum dos avaliados apresentava insuficiência cardíaca ou cianose. A saturação de oxigênio média foi de 97,6%, sendo de 97,8% para o membro superior direito e 97,4% para o membro inferior. O tempo para estabilização da onda de pulso teve média de 105,1s (1 minuto e 45 segundos) para mão direita e de 84,2s (1 minuto e 24 segundos) para um dos pés. Uso de glicose oral para facilitar a técnica só foi necessária em 2 (4,2%). Ao final, os bebês permaneceram calmos, sem sinal de lesão no local da oximetria.

**Conclusões:** A oximetria é um método não invasivo, seguro, de simples execução, realizado rapidamente e com baixo custo humano e de material, tornando viável sua implantação como rotina em qualquer maternidade. O tempo de 3 minutos parece ser suficiente para realização do teste.

*Palavras-chave:* Cardiopatia congênita, pulso-oximetria, triagem.

## ABSTRACT

**Objective:** To demonstrate the feasibility of oximetry (test little heart) to screen for critical congenital heart disease, using few resources in a public hospital.

**Methods:** Prospective, uncontrolled trial, where the technique of pulse oximetry was applied to newborns > 34 weeks, between 20 to 48 hours of life, April-May 2014. Physical examination conducted the search of clinical signs heart disease. Pulse oximetry was performed on the right upper member and a lower member for five minutes. Considered suggestive of heart disease critical saturation in a member <95% or a difference in measurement between members  $\geq 3\%$ .

**Results:** 47 newborns, in which 10.6% had formal indication for echocardiography were included. None of the evaluated patients had heart failure or cyanosis. The mean oxygen saturation was 97.6% and 97.8% for the right upper limb and 97.4% for the lower limb. The time to stabilize the pulse wave had a mean of 105.1 s (1 minute and 45 seconds) for the right hand and 84.2 s (1 minute and 24 seconds) for the feet. Use oral glucose to facilitate technique was necessary only in 2 (4.2%). At the end, the babies remained calm, with no sign of injury at the oximetry.

**Conclusions:** Pulse oximetry is a noninvasive, safe, simple method of implementation, performed quickly and at low cost human and material, making feasible its implementation as a routine in any maternity. The 3-minute time seems sufficient for testing.

*Keywords:* Congenital heart disease, pulse-oximetry, screening.

## INTRODUÇÃO

Cardiopatias congênitas são alterações estruturais decorrentes da formação anormal do coração e grandes vasos, que ocorrem antes do nascimento<sup>1</sup>. Constituem o tipo mais comum de malformação congênita, afetando de 7 a 8 para cada 1000 nascidos vivos<sup>2</sup>, dentre os quais um quarto apresentará cardiopatia congênita crítica, definida como aquela que necessitará de intervenção cirúrgica ou intervenção por cateterismo já no primeiro ano de vida<sup>3</sup>. Além disso, contribuem significativamente para a mortalidade e morbidade infantil, sendo responsáveis por 46% das mortes devido a malformações congênitas<sup>4</sup>.

No entanto, muitos dos recém-nascidos com esta condição não apresentam sinais que possam ser identificados ao exame clínico<sup>5</sup> e assim, tornam-se vulneráveis a súbita e significativa piora do estado clínico nos primeiros dias ou semanas de vida<sup>6</sup>.

Portanto, a detecção das cardiopatias congênitas ainda durante o período assintomático reduz a deterioração clínica<sup>7</sup> e visto que o atraso ou ausência de diagnóstico está associado com morbidade significativa, especialmente por lesão cerebral por isquemia ou hipóxia e que o diagnóstico tardio parece levar direta ou indiretamente a uma maior mortalidade, justifica-se uma melhora nos métodos de detecção destas malformações<sup>6</sup>.

Embora o ecocardiograma seja o método padrão-ouro para o diagnóstico definitivo e acompanhamento das cardiopatias congênitas, facilitando também a conduta médica e cirúrgica, torna-se inviável como ferramenta de triagem<sup>8</sup>, visto que a maioria das maternidades não é capaz de disponibilizar o ecocardiograma para RN antes da alta hospitalar<sup>5</sup>. A pulso-oximetria (teste do coraçãozinho), por sua vez, é um método não-invasivo para a detecção de CC em RN assintomáticos<sup>9</sup>, de simples execução e possível de ser implantado como procedimento de rotina nos berçários<sup>10</sup>.

Em Sergipe, foram 35. 815 nascidos vivos no ano de 2012, destes 20.341 na cidade de Aracaju<sup>11</sup>. Considerando-se a incidência das cardiopatias congênitas no mundo, estima-se que aproximadamente 163 crianças seriam afetadas por ano, no município.

Assim, o estudo tem por objetivo demonstrar a viabilidade da pulso-oximetria (teste do coraçãozinho) para triagem de cardiopatias congênitas críticas, em uma maternidade pública do estado de Sergipe, Brasil.

## MÉTODOS

Foi realizado um estudo prospectivo, experimental não controlado, através da realização de pulso-oximetria em recém-nascidos (RN) no período de 10 de abril a 10 de maio de 2014, internados na Maternidade Nossa Senhora de Lourdes, a principal maternidade pública de Aracaju (SE).

Foram incluídos neste período, 47 neonatos, entre 20 e 48 horas de vida que foram encaminhados diretamente ao Alojamento Conjunto da Maternidade após o parto e cujos pais assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Foram excluídos os recém-nascidos que apresentavam malformações em membros superiores ou inferiores que impossibilitavam a realização do teste ou aqueles cujos responsáveis não assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi submetido à aprovação do Comitê de Ética por meio eletrônico.

A coleta foi realizada por um pesquisador apenas, através da realização de exame físico da criança e da aplicação da técnica de pulso-oximetria, com um único oxímetro neonatal e cabo de oximetria modelo infantil da marca Dixtal<sup>TM</sup>, acoplado a monitor de mesma marca. Os dados eram anotados em folha de registro desenvolvida pelos autores.

Realizado exame físico em todos os RN a procura de sinais clínicos sugestivos de cardiopatia: arritmias, sopros, cianose, palpação de pulsos, insuficiência cardíaca (taquipnéia, taquicardia e hepatomegalia).

Prosseguiu-se com aplicação da técnica de pulso-oximetria, realizada da seguinte forma: Com o neonato no berço ao lado do leito da mãe, foram fixados os sensores do oxímetro na palma da mão do membro superior direito, aguardando-se até que a onda da saturação de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) atingisse um formato homogêneo no monitor e estável por no mínimo 30 segundos. O tempo até a obtenção desta onda era anotado na folha de registro. Os

sensores permaneciam no membro superior por cinco minutos e então se registrava o valor de SpO<sub>2</sub> encontrado. Realizava-se a mesma sequência com os sensores fixados na parte lateral de em um dos membros inferiores da criança e registrava-se o tempo para um traçado homogêneo e após cinco minutos do mesmo, o valor da SpO<sub>2</sub>. Caso a criança estivesse muito agitada durante a realização do teste, era oferecida à mesma, gaze umedecida com glicose a 25% em região oral, a fim de tranquilizá-la.

Foram estabelecidos os seguintes pontos de corte para a suspeita de cardiopatia congênita: SpO<sub>2</sub> menor que 95% ou uma diferença maior ou igual a 3% entre membro superior e membro inferior.

Para os recém-nascidos que apresentaram SpO<sub>2</sub>  $\geq$  95% ou uma diferença  $<$  3% entre os membros, recomendava-se o seguimento neonatal de rotina, já para aos que apresentavam SpO<sub>2</sub>  $<$  95% ou uma diferença  $\geq$  3%, uma nova aferição de pulso-oximetria era realizada após trinta minutos e caso a alteração se mantivesse era indicada a realização de ecocardiograma. Em caso de um novo resultado normal, recomendava-se o seguimento neonatal de rotina.

As variáveis analisadas foram: horas de vida, semanas de gestação até o parto, peso ao nascimento, presença de diabetes ou doença do coração na mãe, se o recém-nascido apresenta suspeita de síndrome ou alguma malformação, se o recém-nascido apresenta uma radiografia que demonstre cardiomegalia, se o exame pré-natal sugeria ou não uma malformação cardíaca, se houve ou não realização de ecocardiografia fetal, valores das frequências cardíacas e respiratórias no momento do teste, se o ritmo cardíaco estava rítmico ou arritmico, se havia presença de sopro cardíaco ou cianose, centímetros de fígado palpável abaixo do rebordo costal direito, presença de pulsos femorais palpáveis, resultado das SpO<sub>2</sub> em mão direita e um dos pés, tempos para estabilizar as ondas de saturação ao monitor, necessidade de usar glicose e estado do recém-nascido após o exame, se calmo, apresentando lesão em membros ou cianose de extremidades.

Os dados coletados foram armazenados em tabela e posteriormente a análise dos dados, bem como a realização de estatística de média aritmética e desvio padrão, foram realizadas utilizando o Microsoft<sup>®</sup> Excel 2010 para Windows 2007.

## RESULTADOS

O teste foi realizado em 47 recém-nascidos no período de estudo. O tempo de aplicação do teste foi de 21 a 48 horas de vida, com média de 31,8 horas e desvio padrão (DP) de 7,6. A idade gestacional média foi de 38,5 semanas com DP de 1,6. O peso médio ao nascimento foi de 3.325,5 gramas e desvio padrão de 389,2.

Analisando os dados maternos, cinco (10,6%) dos RN eram filhos de mães diabéticas, sendo que em dois (4,2%) destes, a genitora desenvolveu diabetes durante a gestação. Nenhuma das mães apresentava doença cardíaca diagnosticada até o momento e nenhum dos recém-nascidos apresentava: suspeita de cardiopatia em exame realizado durante o pré-natal, síndromes ou malformações. Não houve realização de ecocardiograma fetal durante as gestações.

Ao exame físico, a frequência cardíaca variou entre 105 a 144 batimentos por minuto (bpm), com média de 123 bpm (DP = 8,9), a frequência respiratória variou entre 32 e 58 incursões torácicas por minuto (ipm), com média de 45,6 ipm (DP = 7,4). Nenhuma das crianças apresentava arritmia ou cianose no momento da avaliação. Apenas um RN apresentou sopro à ausculta cardíaca (2,1%). Todos os RN apresentavam pulso femoral presente à palpação. A palpação do abdome revelou fígado palpável em média a 2,0 centímetros (cm) abaixo do rebordo costal direito (RCD), com desvio padrão de 0,3. Em nenhum dos neonatos o fígado estava palpável a mais de 3 cm do RCD.

Os filhos de mães diabéticas e o RN com sopro à ausculta, seis (12,7%) do total de avaliados, teriam indicação formal de ecocardiograma pós-natal.

Com a realização da técnica da pulso-oximetria, a média de SpO<sub>2</sub> para os RN foi de 97,6%, sendo que no membro superior direito a média foi de 97,8% (DP=1,2) e no membro

inferior, 97,4% (DP= 1,1). A diferença entre as médias de SpO<sub>2</sub> da mão e de um dos pés foi de apenas 0,4%.

O tempo para estabilização da onda de SpO<sub>2</sub>, exibida ao monitor variou entre 65 e 165 segundos (s), com média de 105, 1s (1 minuto e 45 segundos) e DP de 31,9. Para o membro inferior, foi encontrada variação de 50 a 160s, com média de 84,2s (1 minuto e 24 segundos) e DP de 32,6.

Dois (4,25%) recém-nascidos foram submetidos a uma nova aferição da pulso-oximetria após 30 minutos do término da primeira por apresentarem SpO<sub>2</sub> <95% em um dos membros ou uma diferença de saturação >3% entre os membros. Em um dos casos, o neonato apresentou leitura inicial de SpO<sub>2</sub> em mão direita de 96% e em membro inferior de 100% . Após a segunda leitura, os valores encontrados foram SpO<sub>2</sub> mão direita de 98% e SpO<sub>2</sub> no membro inferior de 100%. Já no segundo caso, a primeira aferição indicou SpO<sub>2</sub> de 93% para a mão direita e SpO<sub>2</sub> de 96% para o pé, mas quando repetida após 30 minutos indicava uma SpO<sub>2</sub> de 96% para mão direita e 97% para o membro inferior.

Apenas em dois neonatos (4,2%) foi necessário utilização de glicose como estratégia de sedação. Após a realização das aferições 100% dos RN avaliados estava, calmos e não apresentavam cianose de extremidades ou qualquer lesão nos membros submetidos ao contato com os sensores do oxímetro.

## DISCUSSÃO

As malformações cardíacas se manifestam por um amplo espectro clínico, desde crianças que evoluem de forma assintomática até aquelas com sintomas importantes (como insuficiência cardíaca, insuficiência respiratória e choque), estas com alta taxa de mortalidade<sup>12</sup>.

Diante de um RN com sopro cardíaco, taquipnéia, cianose e arritmia, a suspeita de uma doença cardíaca deve ser levantada<sup>13</sup>. Além disso, presença de cardiomegalia, frequência cardíaca maior que 150 bpm, frequência respiratória maior que 60 ipm e congestão pulmonar, associado a um dos seguintes: hepatomegalia (>3cm), ritmo de galope ou pletora pulmonar são critérios diagnósticos de insuficiência cardíaca (IC) neonatal<sup>14</sup>. Em nosso estudo, nenhum dos RN avaliados apresentou sinais clínicos de IC.

Os sopros cardíacos têm prevalência de 0,6 a 4,2% no período neonatal e são erroneamente considerados marcadores de doença cardíaca<sup>6</sup>. Nesse período, pode ocorrer sopro inocente, pela estenose pulmonar periférica transitória e desproporção entre a artéria pulmonar e seus ramos<sup>13</sup>, visto que durante a vida fetal, a artéria pulmonar principal, bem desenvolvida, transportava 90% do sangue para o canal arterial, enquanto as artérias pulmonares distais, pouco desenvolvidas, transportavam apenas 10%<sup>15</sup>. Este geralmente é proto/meso/sistólico, de baixa intensidade<sup>16</sup>, audível bilateralmente, inclusive em dorso, com tendência a desaparecimento precoce<sup>13</sup>. Um único RN (2,1%) com sopro foi detectado em nosso trabalho. O sopro era audível em ambos os lados do torác, sistólico, de baixa intensidade e com ausência de frêmito, ou seja, apresentava características semelhantes a esta alteração fisiológica e quando submetido a avaliação ecocardiográfica, apresentou laudo normal.

Embora o sopro não determine a presença de cardiopatia, a sua presença deve levar ao encaminhamento para um diagnóstico definitivo<sup>16</sup>, por meio de ecocardiograma em toda criança abaixo de um ano de vida. A presença de cianose e / ou sinais clínicos de IC, doenças sistêmicas maternas associada a morbidade neonatal, além da presença de alterações como arritmias e distúrbios de condução, dextrocardia, situs visceral ou pulmonar ao exame clínico, cardiomegalia à radiografia de tórax, além da presença de anormalidades cromossômicas e anomalias extra-cardíacas que possam cursar com cardiopatia, constituem indicação para ecocardiograma<sup>17</sup> Essas indicações constam também em protocolo elaborado pela Maternidade<sup>18</sup> em que se deu o estudo. Assim cinco (12,7%) dos RN avaliados teriam indicação formal de ecocardiografia.

O custo da realização de ecodopplercardiograma transtorácico, segundo a 5ª edição da Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médicos (CHBPM)<sup>19</sup>, é R\$ 270,00 reais. Visto que os seis RN com indicação de ecocardiograma, não apresentaram alteração na pulso-oximetria, seria economizado 1.620,00 reais que poderia ser dispensado na compra de oxímetro neonatal completo, que custa no mercado, aproximadamente 2.500,00 reais. Pode ser disponibilizado apenas um oxímetro por hospital com dois sensores reutilizáveis por ano<sup>4</sup>.

A pulso-oximetria é um método de triagem para cardiopatias congênitas, tem sensibilidade estimada em 75% para lesões críticas e 49% para as principais lesões, com índice de falso positivos menor que 1%<sup>9</sup>, e a especificidade em 99,8%<sup>10</sup>. O valor de normalidade como sendo maior ou igual a 95% parece ser o mais apropriado<sup>6,7,8</sup> e tem sido utilizado na maioria dos estudos, aliado a uma diferença menor que 3% entre os membros superior e inferior<sup>8</sup>.

Estudo realizado com 90 neonatos que nasceram após 37 semanas de gestação, relatou que durante o primeiro dia de vida RNs a termo tem valores de SpO<sub>2</sub> iniciais semelhantes ao de crianças mais velhas, com um intervalo entre 89-100%. O valor médio encontrado nas 20-

24 horas de vida foi 97,8% e para neonatos entre 2 e 7 dias de vida o valor foi de 97,6%<sup>20</sup>. Em nosso estudo, os RNs foram avaliados entre 21 e 48 horas de vida, nascidos em média com 38,5 semanas de gestação e apresentaram saturação média de 97,6%.

Além disso, alguns estudos relataram que a saturação em membros inferiores é cerca de 1% menor que a dos membros superiores em RN com 24 horas de vida devido a misturas ao nível do canal arterial<sup>6</sup>. No entanto, em nossa observação, a diferença entre as médias de SpO<sub>2</sub> do membro superior e do membro inferior foi de apenas 0,4%.

O tempo médio para a estabilização da onda de SpO<sub>2</sub> foi em média de 1 minuto e 45 segundos para membro superior e 1 min e 24 segundos para o membro inferior, com o valor da SpO<sub>2</sub> se mantendo fixo após a estabilização ou sofrendo variação de no máximo 2%. Estudos internacionais realizados anteriormente, consideram a aferição por pelo menos dois minutos<sup>5,10</sup> ou usando menos de cinco minutos da equipe<sup>21</sup>. Alguns trabalhos recomendam aferir a SpO<sub>2</sub> inicialmente no pé, visto que o bebê pode ficar agitado quando sua mão for aberta para colocação dos sensores, de forma que a aferição no pé primeiro, facilitará a obtenção de uma boa leitura<sup>22</sup>. Em nosso estudo, iniciou-se com a aferição na mão e só depois no pé, o que pode justificar um maior tempo para a estabilização da onda no membro superior. De qualquer forma, como o tempo máximo para leitura na mão foi de 165 segundos (2 min e 45 segundos), o tempo de três minutos de mensuração se mostra seguro e eficaz.

O estudo mostrou ainda que o procedimento não oferece danos aos RN, visto que apenas dois (4,2%) necessitaram de ser acalmados com gaze umedecida com glicose a 5% e que todos permaneceram bem e calmos após as aferições, não evidenciando cianose de extremidade ou quaisquer outras lesões nos membros.

A pulso oximetria é um método não invasivo, seguro, de simples execução e baixo custo e, portanto, viável para a detecção de CC em RN assintomáticos, estando associada ao

mínimo desconforto ao bebê. O tempo de mensuração de três minutos é seguro e suficiente para eficácia da aplicação do teste, mesmo em nosso meio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Heart Association. Common Types of Heart Defects [Internet]. Estados Unidos; 2013. [acesso em 2013 dez 20]. Disponível em: [http://www.heart.org/HEARTORG/Conditions/CongenitalHeartDefects/AboutCongenitalHeartDefects/Common-Types-of-Heart-Defects\\_UCM\\_307017\\_Article.jsp](http://www.heart.org/HEARTORG/Conditions/CongenitalHeartDefects/AboutCongenitalHeartDefects/Common-Types-of-Heart-Defects_UCM_307017_Article.jsp)
2. Wren C, Richmond S, Donaldson L. Temporal variability in birth prevalence of cardiovascular malformations. *Heart* 2000;83:414–19.
3. Talner CN. Report of the New England Regional Infant Cardiac Program, by Donald C. Fyler, MD, Pediatrics, 1980; 65(suppl):375– 461. *Pediatrics*. 1998; 102(pt 2):258 –259.
4. Knowles R, Griebisch I, Dezateux C, Brown J, Bull C, Wren C. Newborn screening for congenital heart defects: a systematic review and cost-effectiveness analysis. *Health Technology Assessment*. 2005; 9(44).
5. Richmond S, Reay G, Abu Harb M. Routine pulse oximetry in the asymptomatic newborn. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2002; 87: F83–F88.
6. Mahle WT, Newburger JW, Matherne GP, Smith FC, Hoke TR, Koppel R, et al. Role of Pulse Oximetry in Examining Newborns for Congenital Heart Disease: A Scientific Statement from the AHA and AAP. *Pediatrics* 2009;124;823-36.
7. Thangaratinam S, Daniels J, Ewer AK, Zamora J, Khan KS. Accuracy of pulse oximetry in screening for congenital heart disease in asymptomatic newborns: a systematic review. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2007; 92: F176–F180.
8. Sociedade Brasileira de Pediatria. Diagnóstico precoce de cardiopatia congênita crítica: oximetria de pulso como ferramenta de triagem neonatal. Rio de Janeiro; 2011. 5p.
9. Ewer AK, Middleton LJ, Furnston AT, Bhoyar A, Daniels JP, Thangaratinam S, et al. Pulse oximetry screening for congenital heart defects in newborn infants (PulseOx): a test accuracy study [Internet].2009. [acesso em 2013 nov 25]. Disponível em: [www.thelancet.com](http://www.thelancet.com).
10. Meberg A, Brüggmann-Pieper S, Due R, Eskedal L, Fagerli I, Farstad T, et al. First Day Of Life Pulse Oximetry Screening To Detect Congenital Heart Defects. *The Journal of Pediatrics*. June. 2008: 761-65.

11. Datasus (Brasil). Nascidos vivos- Brasil: nascimento por ocorrência segundo unidade da federação [Internet].Brasil, 2012.[acesso 2014 jan 10]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinasc/cnv/nvuf.def>.
12. Rivera IR, Silva MAM, Fernandes JMG, Thomaz ACP, Soriano CFR, Souza MGB. Cardiopatia Congênita no Recém-Nascido: da Solicitação do Pediatra à Avaliação do Cardiologista. *Arq Bras Cardiol* 2007; 89(1) : 6-10.
13. Amaral F, Granzotti JA, Manso PH, Conti LS. Quando suspeitar de Cardiopatia Congênita no recém-nascido. *Medicina, Ribeirão Preto*, abr. /jun. 2002, 35: 192-197.
14. Sociedade Portuguesa de Pediatria. Consensos Nacionais em Neonatologia. Coimbra, 2004. 37p.
15. Martins P, Dinis A, Canha J, Ramalheiro G, Castela E. O Sopro num coração normal. *Rev Port Cardiol* 2008; 27 (6): 815-831.
16. Ainsworth SB, Wyllie JP, Wren C. Prevalence and clinical significance of cardiac murmurs in neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1999;80: F43–F45.
17. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz para Indicações e Utilização da Ecocardiografia na Prática Clínica. [local desconhecido]. *Arq Bras Cardiol* 82, (suplemento II), 2004. 28p.
18. Maternidade Nossa Senhora de Lourdes. Rotinas para Ecocardiografia na UTIN. Aracaju [data desconhecida].
19. Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médicos. Associação Médica Brasileira, Ed 2005.
20. O' Brien LM, Stebbens VA, Poets CF, Heycock EG, Southall DP. Oxygen saturation during the first 24 hours of life. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2000;**83**:F35–F38.
21. de-Wahl Granelli A, Wennergren M, Sandberg K, Mellander M, Bejlum C, Inganäs L, et al. Impact of pulse oximetry screening on the detection of duct dependent congenital heart disease: a Swedish prospective screening study in 39 821 newborns [internet] . *BMJ*. 2009;338:a3037. Published January 8, 2009. doi:10.1136/bmj.a3037. [acesso 2014 fev 10]. Disponível em: [http://www.bmj.com/cgi/reprint/338/jan08\\_2/a3037](http://www.bmj.com/cgi/reprint/338/jan08_2/a3037).

22. Guidelines for Newborn Screening for Critical Congenital Heart Disease. Iowa Neonatal Screening Programs. Iowa Department of Public Health; Agosto, 2012. 6p.

## IV ANEXOS

### Anexo 1



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS**  
**DEPARTAMENTO DE MEDICINA - DME**  
**HOSPITAL UNIVERSITÁRIO - HU**

REGISTRO DO TESTE DO CORAÇÃOZINHO EM RECÉM-NASCIDO - MNSL				
NOME	RN de			
Tem quantas horas de vida ?		horas	Tem quantas semanas de idade gestacional?	
Qual o peso do nascimento?		gramas	Telefone de contato da mãe ou familiar: (não deixar em branco)	( )
Dados da mãe e do RN	<input type="checkbox"/> a mãe tem diabetes <input type="checkbox"/> a mãe tem doença do coração <input type="checkbox"/> o bebê tem suspeita de ter síndrome genética <input type="checkbox"/> o bebê tem alguma mal-formação <input type="checkbox"/> o bebê apresenta um Rx com cardiomegalia <input type="checkbox"/> foi realizado Eco fetal <input type="checkbox"/> exame do pré-natal sugeria cardiopatia			
Exame Físico do RN:	FC= _____ bpm      Ritmo Cardíaco: <input type="checkbox"/> rítmico <input type="checkbox"/> arrítmico FR= _____ ipm      Sopro cardíaco: <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Cianose: <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não  Fígado= _____ cm do RCD  Pulso femoral <input type="checkbox"/> palpável <input type="checkbox"/> não palpável			
Resultado da medida na mão direita:	_____ %		Resultado da medida em um dos pés:	_____ %
Tempo para estabilizar o traçado:	_____		Tempo para estabilizar o traçado:	_____
Foi necessário usar glicose:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não		Estado do RN após o procedimento:	<input type="checkbox"/> calmo <input type="checkbox"/> apresenta lesão em um dos membros <input type="checkbox"/> cianose de extremidades
Assinatura do examinador:			Data de hoje:	/ /

## Anexo 2



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE – UFS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SAÚDE – CCBS  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA - DME  
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO - HU**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Nome da Pesquisa: Implantação do Teste do Coraçõzinho na Maternidade Nossa Senhora de Lourdes- SE.

Pesquisador responsável:

**Winnie Bastos da Silva** – estudante de Medicina da Universidade Federal de Sergipe.

Orientador:

**Marcos Alves Pavione** - médico cardiopediatra, com formação em terapia intensiva pediátrica (UTI).

Prezado paciente,

O senhor (a), como responsável perante a lei pelo paciente menor de idade \_\_\_\_\_ está sendo convidado a participar de um estudo clínico que será feito pela pesquisadora acima, Winnie Bastos da Silva, a quem poderei contatar/consultar a qualquer momento que julgar necessário através do telefone (079) 98034321 ou e-mail winnie.bs@hotmail.com. Fui informado, ainda, de que o projeto é orientado pelo Prof. Dr. Msc. Marcos Alves Pavione, da Universidade Federal de Sergipe.

Antes de decidir se quer participar, é importante que o senhor (a) entenda a razão deste estudo e os possíveis benefícios, riscos e desconfortos.

Por favor, leia atentamente todas as informações fornecidas. Por favor, faça perguntas ao seu médico se tiver qualquer dúvida.

QUAL O OBJETIVO DESTES ESTUDO?

Cardiopatia congênita é uma doença do coração do bebê de “nascença”. De cada mil crianças que nascem oito tem defeito no coração.

Existem estudos mostrando que a realização do teste do coraçãozinho permite identificar o mais cedo possível se o coração do seu filho apresenta algum defeito grave. O objetivo do nosso estudo é implantar o teste como rotina na Maternidade, para que ele seja realizado em todos os recém-nascidos antes da alta hospitalar.

#### COMO VAI SER O ESTUDO?

Caso você permita a participação do seu (sua) filho (a) no estudo. Será colocado um aparelho que mede a concentração de oxigênio no sangue na mãozinha do bebê. Esse aparelho deverá ficar no bebê até que este possa estar calmo e terem se passado três minutos. Após esse tempo, o procedimento será repetido, colocando agora o aparelho em um dos pezinhos do recém-nascido e novamente aguardando que este fique calmo e passando-se mais três minutos com o aparelho nessa posição. O (A) senhor (a) poderá permanecer ao lado da criança durante todo o procedimento.

#### QUAIS OS POSSÍVEIS DESCONFORTOS e RISCOS?

A criança poderá ficar nervosa ou chorar durante o procedimento e neste caso será dado um xarope de água com açúcar para que ela possa se tranquilizar.

#### PRECISO PARTICIPAR?

A participação do seu (sua) filho (a) no estudo não é obrigatória. Se decidir participar, o senhor deverá assinar este documento, chamado de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Se não for participar do estudo, é importante que saiba que isso não afetará em nada o atendimento prestado ao seu (sua) filho (a) que continuará recebendo o melhor tratamento que este hospital pode oferecer. Mas mesmo se decidir participar, poderá desistir a qualquer momento, sem prejuízo ao tratamento da criança.

#### QUAIS OS POSSÍVEIS BENEFÍCIOS?

A realização do procedimento pode ajudar a identificar um defeito no coração do seu filho, antes que ele apresente qualquer sintoma.

#### HAVERÁ ALGUMA REMUNERAÇÃO?

NÃO será oferecida nenhuma remuneração em dinheiro para os participantes da pesquisa.

#### AS INFORMAÇÕES SERÃO CONFIDENCIAIS?

As informações colhidas sobre as condições de saúde do seu filho antes e depois do exame serão arquivadas e utilizadas para fazer o estudo, mas em momento nenhum o nome da criança será divulgado.

O resultado deste estudo poderá ser publicado em revistas médicas nacionais ou internacionais. Reforço que a identidade do seu filho será sempre preservada.

Se o senhor (a) tiver alguma dúvida durante o estudo ou quiser sair do estudo a qualquer momento, poderá ligar diretamente para o pesquisador pelos telefones: 0xx79 98034321 ou 0xx79 3249 1203.

Eu, \_\_\_\_\_, ( ) mãe ( ) pai  
( ) responsável legal pelo menor  
\_\_\_\_\_ declaro que li e  
entendi toda a informação que me foi fornecida sobre a participação de minha criança no  
presente estudo e tive a oportunidade de discutir e tirar minhas dúvidas. Todas as minhas  
perguntas foram satisfatoriamente respondidas e concordo voluntariamente que meu (minha)  
filho (a) participe do estudo. Entendo que receberei uma cópia deste Termo de Consentimento  
Livre e Esclarecido.

Autorizo também a divulgação dos resultados do estudo em revistas médicas nacionais e/ou internacionais. Entendi que todas as informações serão colhidas e processadas de maneira confidencial.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável legal

Aracaju, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014.

\_\_\_\_\_  
Orientador Prof. Dr.Msc. Marcos Pavione  
CPF:007763266-43

\_\_\_\_\_  
Pesquisadora Winnie Bastos  
CPF: 830.509.225-91

### Anexo 3

## PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DO TESTE DO CORAÇÃOZINHO NA MATERNIDADE NOSSA SENHORA DE LOURDES (ARACAJU - SE)

### OBJETIVO:

Implantar o teste do coraçãozinho em caráter rotineiro e permanente como teste de triagem para cardiopatias congênitas críticas em todo recém-nascido da Maternidade Nossa Senhora de Lourdes (Aracaju-SE).

### O QUE É O TESTE DO CORAÇÃOZINHO ?

Consiste na medida indireta da saturação de oxigênio na hemoglobina por meio de um aparelho chamado oxímetro.



### PARA QUE SERVE ESTE TESTE?

Para identificar quais os bebês tem maior chance de serem portadores de uma cardiopatia congênita grave, que possa levá-los a risco de morte alguns dias depois de terem recebido alta da maternidade.

### O QUE É UMA CARDIOPATIA CONGÊNITA?

É uma doença do coração causada por alguma alteração na anatomia do órgão, que ocorre durante a formação do coração ainda dentro do útero materno.

Estas alterações são relativamente comuns. Cerca de oito em cada mil recém-nascidos nasce com este defeito cardíaco. E destes cerca de 80% precisará de uma cirurgia para corrigir o defeito, sendo a grande maioria ainda no primeiro ano de vida.

Em Sergipe, temos cerca de 45.000 nascidos vivos/ano, o que aponta para cerca de 360 cardiopatas ao ano, sendo 135 com cardiopatias ditas críticas.

### OS MÉDICOS NÃO PODEM SUSPEITAR DESTAS CARDIOPATIAS SOMENTE EXAMINANDO O RECÉM-NASCIDO?

As cardiopatias mais graves (hipoplasia do coração esquerdo, transposição e atresia pulmonar, etc), geralmente não produzem sopros, dificultando a suspeita do problema pelo neonatologista. Às vezes, a cianose e o choque só vão acontecer cerca de dois a três dias após a alta.

O teste do pezinho busca identificar exatamente estes casos mais graves, que apresentam taxas de mortalidade em torno de 100% se não forem identificadas e corrigidas a tempo.

### O TESTE DO CORAÇÃOZINHO JÁ É OBRIGATÓRIO?

*Desde o dia 11 de junho de 2014 existe uma portaria publicada pelo Ministério da Saúde no DOU (Diário Oficial da União) tornando o teste da oximetria de pulso (teste do*

*coraçãozinho) um exame de triagem que deve ser oferecido a todo recém-nascido ainda na maternidade no âmbito do SUS.*

### **VALE A PENA O CUSTO-BENEFÍCIO DE SE FAZER O TESTE DO CORAÇÃOZINHO?**

O teste do coraçãozinho só depende de um oxímetro que é um aparelho não muito caro (cerca de R\$ 2.500,00) e com durabilidade muito grande. O cabo de oximetria é de uso comum aos recém-nascidos, sem peças descartáveis ou de reposição e sem necessidade de esterilização após o uso. Além do mais, o exame pode ser feito por qualquer profissional, como auxiliares de enfermagem.

Reduz desta forma a necessidade de realização de ecocardiogramas, exame cerca de cem vezes mais caro (cada exame ao custo de R\$ 270,00, entre manutenção do aparelho e pagamento de especialista na realização exame (geralmente cardiologista pediátrico com especialização em ecocardiografia pediátrica).

A cardiopatia poderia até ser identificada intra-útero, mas o ecocardiograma fetal é exame caro e não disponível pelo SUS para as todas as gestantes.

A internação de um recém-nascido com cardiopatia grave descompensada (sem diagnóstico) é extremamente cara, com uso de medicações de alto custo em UTIN e com morbi-mortalidade muito elevada.

Uma comparação que pode ser feita: o teste da orelhinha é obrigatório, mesmo necessitando de fonoaudióloga, com uso de aparelho específico e a frequência dos problemas auditivos é ainda menor que problemas cardíacos (3 para cada mil nascidos vivos).

### **O TESTE DO CORAÇÃOZINHO JÁ FOI BEM TESTADO EM OUTROS PAÍSES?**

Um grande estudo feito recentemente no Reino Unido, conduzido pela Universidade de Birmingham e que foi publicado na famosa revista médica *The Lancet*, demonstrou a efetividade do exame. O teste foi realizado em 20.000 bebês, que eram aparentemente saudáveis em seis maternidades do Reino Unido antes da alta. Destes, 195 bebês apresentaram o teste do pezinho alterado e foi possível identificar precocemente cardiopatias graves com risco de morte em 26 destes, além de outros 46 com problemas menos graves, mas que necessitaram tratamentos urgentes.

Demonstrou-se desta forma, que um teste rápido e indolor ao recém-nascido, que incorre em muito baixo custo, poderá salvar suas vidas.

### **O TESTE DO CORAÇÃOZINHO PODE SER FEITO COM FACILIDADE EM NOSSO MEIO?**

No estudo piloto realizado nesta maternidade nos meses de abril e maio de 2014, foram realizados 47 testes do coraçãozinho em recém-nascidos na ala azul, por uma única examinadora, com muita tranquilidade, utilizando poucos recursos e com tempo médio de 3 minutos, sem necessidade de uso de sedativos nos recém-nascidos e com repetição do exame em apenas dois recém-nascidos, ficando demonstrada a facilidade de execução do mesmo em nosso meio, utilizando poucos recursos tecnológicos e humanos.

Dos pacientes envolvidos, cerca de 11% (5 pacientes) teriam necessidade de ecocardiografia, gerando uma economia de R\$ 1.350,00 em dois meses (resultados em anexo).

### **MATERIAL SOLICITADO:**

- 1) Dois (2) oxímetros digitais com cabo e conector próprio para crianças, que deverão ficar no alojamento conjunto, única e exclusivamente para este fim;

- 2) Livro de registro dos exames realizados, com folhas contendo os dados a serem coletados antes da realização do teste (Apêndice 1);
- 3) Cartão plastificado disponível nas unidades contendo as orientações base para realização do teste (Apêndice 2);
- 4) Capacitação da equipe de enfermagem para realização do teste.

### EM QUEM SERÃO FEITOS OS EXAMES?

Serão incluídos apenas os recém-nascidos internados em alojamento conjunto ou unidade intermediária. Estará indicado em: todos os recém-nascidos com idade superior a 34 semanas de idade gestacional, em condições de alta hospitalar, no período entre 20 a 72 horas após o parto.

### COMO É FEITO O EXAME?

Após a prescrição médica, a auxiliar responsável pelo recém-nascido no dia fará o registro do recém nascido no livro destinado para este fim, sem deixar nenhum campo em branco.

Fixará um oxímetro na mãozinha direita do bebê e o outro oxímetro em qualquer um dos pezinhos do bebê. Pode ser feito simultaneamente (com dois oxímetros) ou fazer uma medida de cada vez.

O aparelho deverá ficar no bebê até que este possa ficar calmo e o traçado no aparelho ficar uniforme.

Após três minutos nestas condições, anotar o valor da saturação no membro superior e também o valor no membro inferior no livro de registro e na folha da enfermagem.

Com o resultado do exame, seguir o protocolo:



## **O QUE FAZER APÓS OS RESULTADOS?**

- 1) se as saturações nas duas medidas (mão direita e um dos pés) forem iguais ou maiores que 95%, dar alta ambulatorial normal sem retorno ao cardiologista;
- 2) se alguma das medidas for menor ou igual a 94%, manter internado em unidade intermediária até a realização de um ecocardiograma;
- 3) se a diferença entre a saturação do membro superior for maior ou igual a 3%, manter internado em unidade intermediária até a realização de um ecocardiograma.

## **O TESTE TEM POSSIBILIDADE DE ERROS?**

O teste do coraçãozinho é um bom exame de triagem. A sensibilidade do exame é de 75%, ou seja, alguns pacientes, principalmente com coarctação de aorta podem apresentar um teste normal e mesmo assim apresentarem a cardiopatia. O teste não exige o médico de um exame cuidadoso do recém-nascido a procura de sopros ou palpação dos pulsos.

Por outro lado é um exame com especificidade de 99%. Isto indica que uma vez que tenha vindo alterado, a chance de ser uma cardiopatia ou doença mais séria é quase certa.

## **REFERÊNCIAS:**

- 1) Thangaratinam S et al. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborn babies: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet* 2012;379:2459-64.
- 2) Ewer AK et al. Pulse oximetry screening for congenital heart defects in newborn infants: a test accuracy study. *The Lancet* 2011;378:785-94.
- 3) Diagnóstico precoce de cardiopatia congênita crítica: oximetria de pulso como ferramenta de triagem neonatal. Protocolo elaborado pelo Departamento de Cardiologia e Neonatologia da Sociedade Brasileira de Pediatria, elaborado em 07/11/2011.
- 4) Protocolo de rotinas para ecocardiografia na UTIN da Maternidade Nossa Senhora de Lourdes (instituído desde 2010), em anexo;
- 5) Informações sobre o exame disponíveis no site da ONG Pequenos Corações: [www.pequenoscoracoes.com](http://www.pequenoscoracoes.com)

## COMO FAZER O TESTE DO CORAÇÃOZINHO:

- 1) Veja se o bebê tem mais de 34 semanas de idade gestacional
- 2) O ideal é fazer o teste entre 20 a 48 horas de vida. Mas pode ser feito depois desta idade.
- 3) O bebê deve estar calmo durante a medida. Por isso fazer após uma mamada ou acalmar com gaze molhada com glicose 25%. Pode ser feito no colo da mãe ou no bercinho.

- 2) Colocar o oxímetro na MÃO DIREITA do bebê.  
Para isso, usar somente o oxímetro infantil:



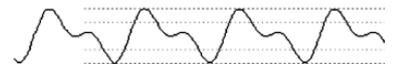
Posicionar um transdutor bem de frente para o outro:



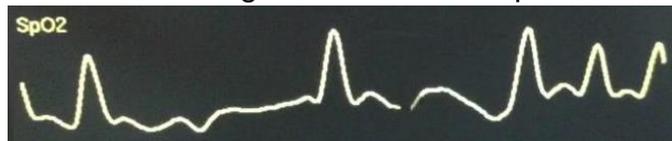
- Fixar com esparadrapo ou micropore  
(não ficar comprimindo com a sua mão):



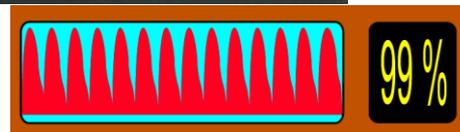
- 3) Deixar por 3 minutos até que as ondas fiquem bem certinhas, sem interferência e o número (valor) da saturação pare de variar:



- 4) Não anotar o número se a curva estiver irregular como o exemplo abaixo:



- 5) Anotar o número da saturação na MÃO:



- 6) Colocar o oxímetro em QUALQUER UM DOS PÉS do recém-nascido.  
Seguir os mesmos passos orientados do ítem 2 até o ítem 4



- 7) Anotar o número da saturação no PÉ:

- 8) Diminuir o maior número encontrado pelo menor:

*Exemplo: Saturação na MÃO deu 99% e no PÉ deu 97%, diminuir 99 - 97 = 2 %*

- 9) Se a saturação na mão **E** no pé estiverem entre 95 a 100% **E** se a diferença entre o maior e o menor número for 0, 1 ou 2 o TESTE É NORMAL

NESTE CASO A CRIANÇA RECEBE ALTA NORMALMENTE

- 10) Se a saturação na mão **OU** no pé for de 94 para baixo ( $\leq 94$ ) o TESTE ESTÁ ALTERADO

11) Se a diferença entre o maior e o menor número for de 3 para cima ( $\geq 3$ ) o TESTE ESTÁ ALTERADO

Se o TESTE DEU ALTERADO a criança aguarda avaliação do CARDIOLOGISTA PEDIÁTRICO antes da alta

REGISTRO DO TESTE DO CORAÇÃOZINHO EM RECÉM-NASCIDO - MNSL					
NOME	RN de				
Tem quantas horas de vida ?		horas	Tem quantas semanas de idade gestacional?		semanas
Qual o peso do nascimento?		gramas	Telefone de contato da mãe ou familiar: (não deixar em branco)	( )	
Por que foi pedido este exame?	<input type="checkbox"/> a mãe tem diabetes <input type="checkbox"/> a mãe tem doença do coração <input type="checkbox"/> o bebê tem suspeita de ter síndrome <input type="checkbox"/> o bebê tem alguma mal-formação <input type="checkbox"/> o ecocardiograma não poderá ser feito hoje <input type="checkbox"/> outro motivo:				
Resultado da medida na mão direita:	_____ %		Resultado da medida em um dos pés:	_____ %	
Assinatura da auxiliar:			Data de hoje:	/ /	