UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

MATHEUS FERNANDO MANZOLLI BALLESTERO

Avaliação de método não invasivo para monitorização da pressão intracraniana em
crianças e adolescentes portadores de hidrocefalia

Ribeirão Preto

2016

MATHEUS FERNANDO MANZOLLI BALLESTERO

Avaliação de método não invasivo para monitorização da pressão intracraniana em crianças e adolescentes portadores de hidrocefalia

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Médicas, Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica.

Linha de pesquisa:

Estudo de malformações congênitas clínicas e experimentais

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Santos de Oliveira.

Versão corrigida. A versão original encontra-se disponível tanto na Biblioteca da Unidade que aloja o Programa, quanto na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD)

Ribeirão Preto

2016

Autorizo a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ballestero, Matheus Fernando Manzolli

Avaliação de método não invasivo para monitorização da pressão intracraniana em crianças e adolescentes portadores de hidrocefalia. Ribeirão Preto, 2016.

114 p. : il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Clínica Cirúrgica.

Orientador: Ricardo Santos de Oliveira

1. Hidrocefalia. 2. Pressão Intracraniana. 3. Hipertensão Intracraniana. 4. Diagnóstico 5. Desenvolvimento Tecnológico

BALLESTERO, Matheus Fernando Manzolli

Avaliação de método não invasivo para monitorização da pressão intracraniana em crianças e adolescentes portadores de hidrocefalia

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências Médicas, Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica.

Aprovado em / /

Comissão Julgadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

À minha esposa Jaqueline pela dedicação, companheirismo e amor.

À minha mãe por tudo que tenho e que um dia posso conquistar...

Ao meu pai que continua presente em mim...

À Luiza: “um livro, um filho, uma árvore...”

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos...

Ao professor Dr. Ricardo Santos de Oliveira por me ensinar o ofício médico e cirúrgico. Por servir de exemplo como cirurgião brilhante, médico dedicado e pesquisador talentoso;

Aos residentes do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto e equipe da Unidade de Saúde da Família Parque Laranjeiras, pela ajuda na organização e coleta de dados;

Aos meus irmãos: Michel, Mariana, Bruno e Isabela, “paidrasto” Luis e tia Tânia por tornar a vida menos amarga e a cerveja mais doce;

Aos meus tios Elza e Amauri, pela consultoria em assuntos aleatórios e pelo apoio acadêmico, desde sempre.

Ao Dr. Gustavo Vilela, Dr. Brenno Cabella e Lígia Gomiero pela dedicação na análise dos dados, ajustes no equipamento e auxílio na construção desta dissertação;

Ao professor Dr. Sérgio Mascarenhas pela perseverança nos projetos de monitorização da pressão intracraniana e pelo apoio técnico e científico;

Aos pais e às crianças do ambulatório de neurocirurgia pediátrica, que apesar do sofrimento imposto pela doença, contribuíram com seu tempo para obtenção de dados tão valiosos;

Aos colegas: José Paulo, José Reynaldo, Dario Baldo Junior e Bruno Noronha, pelo companheirismo e cooperação profissional;

À empresa BrainCare®, por ceder o equipamento utilizado e por realizar sua manutenção;

À Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP por me proporcionar uma formação médica e acadêmica sólidas, desde a graduação;

“Tenhamos as cabeças abertas, mas não tão abertas
ao ponto de nossos cérebros se desprenderem delas.”

Richard Dawkins

RESUMO

BALLESTERO, M. F. M. **Avaliação de método não invasivo para monitorização da pressão intracraniana em crianças e adolescentes portadores de hidrocefalia.** 2016. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

A hidrocefalia ainda é um desafio no que diz respeito ao diagnóstico, tratamento e acompanhamento na população pediátrica. O tratamento, por meio das derivações ventriculares ou ventriculostomias endoscópicas, está bem estabelecido. Contudo, o diagnóstico de mau funcionamento das derivações, associado à hipertensão intracraniana, permanece um problema, especialmente em crianças menores e com fontanelas não patentes. Os exames radiológicos, tais como: ultrassonografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética, possibilitam apenas o acesso indireto à pressão intracraniana, enquanto os métodos para sua avaliação direta podem apresentar riscos e raramente são utilizados em crianças. O objetivo deste estudo foi avaliar um dispositivo não invasivo para acessar alguns parâmetros da curva de pressão intracraniana em crianças portadoras de hidrocefalia. Para tanto, foi realizado um estudo descritivo-analítico, não experimental, prospectivo. A amostra foi composta por indivíduos menores de 18 anos, incluindo 28 pacientes portadores de hidrocefalia e 28 crianças em seguimento rotina de puericultura (grupo controle). Os participantes foram divididos em quatro grupos: grupo A: hidrocefalia compensada clinicamente; grupo B: pacientes com hidrocefalia, sem sinais clínicos sugestivos de hipertensão intracraniana e já submetidos à cirurgia para tratamento da hidrocefalia; grupo C: pacientes com hidrocefalia aguda e hipertensão intracraniana; grupo D: crianças sem qualquer doença neurológica (controle). Os dados foram coletados entre 2014 e 2016, por meio da instalação de um sensor extracraniano de deformação, acoplado sobre o couro cabeludo, com registro da curva de pressão intracraniana não invasiva. A análise dos dados foi realizada com software Freemat® 4, Origin Pro® 8 e R® 3.1.3. Foram analisados parâmetros obtidos na curva de pressão intracraniana como “relação P2/P1”, “classificação de P1 e P2” ($P1 > P2$ ou $P2 > P1$) e “inclinação de P1”. Os resultados apontaram, que na amostra estudada, o índice $P2 > P1$ e a “classificação de P1 e P2” apresentaram sensibilidade de 80% e especificidade de 100% para predição de hipertensão intracraniana em hidrocefalia, sendo que a “inclinação de P1” não apresentou relação estatística. Conclui-se que, apesar de limitações operacionais, o método de monitorização não invasiva da pressão

intracraniana se mostrou útil na detecção de hipertensão intracraniana e apresenta perspectivas de aplicação clínica futura.

Palavras-chave: Hidrocefalia. Pressão Intracraniana. Hipertensão Intracraniana. Diagnóstico. Desenvolvimento tecnológico.

ABSTRACT

BALLESTERO, M. F. M. Evaluation of a non-invasive method to monitoring intracranial pressure in children and adolescents with hydrocephalus. 2016. 114 f. Master's Degree – Department of Surgery and Anatomy, Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo, 2016. Evaluation of a non-invasive method to monitoring intracranial pressure in children and adolescents with hydrocephalus.

Hydrocephalus is still a challenge regarding diagnosis, treatment and monitoring in the pediatric population. Currently, treatments by ventricular or endoscopic ventriculostomies are well established. However, to date, the diagnosis of malfunctioning shunts associated with intracranial hypertension remains a problem, especially in young children and without patent fontanelles. Radiological examinations, such as ultrasonography, computerized tomography and magnetic resonance, allow only an indirect access to the intracranial pressure, whilst methods for direct assessment may present risks and therefore are rarely used in children. The aim of this study was to evaluate a noninvasive device to assess some parameters of the intracranial pressure curve in children with hydrocephalus. For this, we performed a prospective and non-experimental descriptive-analytic study. The sample consisted of children (under 18 years), including 28 patients with hydrocephalus and 28 children following routine child care (control group). Participants were divided into four groups; Group A: children with clinically compensated hydrocephalus; B: patients with hydrocephalus, but with no clinical signs of intracranial hypertension and no history of medical surgery for the treatment of hydrocephalus; C: patients with acute intracranial hypertension due to hydrocephalus, and D: children without neurological disease (control). Data were collected between 2014 and 2016, through the installation of an extracranial deformation sensor, coupled to the children's scalp, which allowed registration of non-invasive intracranial pressure curves. Data analysis was performed using Freemat® 4, Origin Pro® 8 and R® 3.1.3 software. Parameters obtained from the intracranial pressure curves were analyzed, such as "ratio $P2 / P1$ ", "classification $P1$ and $P2$ " ($P1 > P2$ or $P2 > P1$) and " $P1$ slope." The results showed that $P2/P1$ index and "classification of $P1$ and $P2$ " had a sensitivity of 80% and specificity of 100% for predicting intracranial hypertension. " $P1$ slope" presented no statistical difference. In summary, despite some operational limitations, this study showed a useful and non-invasive method for monitoring intracranial pressure, which was able to indicate the intracranial hypertension in children with hydrocephalus and, thus, should be further investigated for clinical applications.

Keywords: Hydrocephalus. Intracranial Pressure. Intracranial Hypertension. Technological Development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Morfologia da Onda de Pressão intracraniana.	25
Figura 2- Domínio de tempo (A) e domínio de frequência (B).....	26
Figura 3- Descrição esquemática da curva de pressão intracraniana, AMP e RAP	27
Figura 4- Métricas para Obtenção do "MOCAIP"	29
Figura 5- Ilustração representando os principais métodos de monitorização da PIC encefálica.	31
Figura 6- Extensômetro elétrico (strain gauge).	33
Figura 7- Extensômetro aplicado em rato.....	33
Figura 8- Representação gráfica comparativa entre sistemas para monitorização da PIC.	34
Figura 9- Sensor PICNI.	35
Figura 10- Comparação entre a PIC Invasiva, PICMI e PICNI.....	35
Figura 11- Fluxograma detalhando a metodologia empregada na revisão integrativa.	38
Figura 12- Fluxograma de obtenção dos dados e divisão dos grupos.	57
Figura 13- Infográfico mostrando a monitorização não invasiva.	58
Figura 14- A - Dispositivo para aferição da PIC não invasivo (PICNI).....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição geral das variáveis qualitativas	64
Tabela 2 - Descrição geral das variáveis quantitativas	64
Tabela 3 - Descrição geral de variáveis caracterizadoras	65
Tabela 4 - Comparação do “sexo” e da “classificação de P1 e P2” entre os grupos	67
Tabela 5 - Comparação da “idade”, “P2/P1” e “inclinação” entre os grupos.....	69
Tabela 6 - Modelos para predição da HIC a partir das variáveis “classificação P1 e P2”, “P2/P1” e “inclinação P1”	71
Tabela 7 - Medidas da qualidade dos ajustes dos modelos	71
Tabela 8 - Relação entre a “classificação P1 e P2” e a ocorrência de HIC	72
Tabela 9 - Medidas de acurácia da “classificação P1 e P2” predizendo HIC.....	73
Tabela 10 - Comparação de “P2/P1” e da “inclinação” antes e depois da cirurgia.....	74
Tabela 11 - Comparação da “classificação de P1 e P2” antes e depois da cirurgia	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais causas de HCF conforme a etiologia.....	20
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação da “classificação P1 e P2” entre os grupos	68
Gráfico 2 - Comparação dos grupos em relação a P2/P1	69
Gráfico 3- Comparação dos grupos em relação a “inclinação de P1”	70
Gráfico 4 - Curva ROC para o modelo com as variáveis “P2/P1”	72
Gráfico 5 - Curva ROC da “classificação P1 e P2” predizendo HIC	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMP	Amplitude de pulso
BERA	<i>Brain stem evoked response audiometry</i> (Potencial evocado auditivo de tronco cerebral)
CINAHL	<i>Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature</i> (Índice Acumulado de Literatura em Saúde na Enfermagem e Associada)
DVE	Derivação ventricular externa
DVP	Derivação ventriculoperitoneal
FA	Fator de anisotropia
FMRP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
USP	Universidade de São Paulo
FSC	Fluxo sanguíneo cerebral
HCF	Hidrocefalia
HCRP	Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto
HIC	Hipertensão intracraniana
HPN	Hidrocefalia de pressão normal
HPIV	Hemorragia peri-intraventricular
HSA	Hemorragia subaracnóidea
IFSC	Instituto de Física de São Carlos
LCR	Líquido cefalorraquidiano
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
MMC	Meningomielocele
MOCAIP	<i>Morphological clustering and Analysis of Intracranial Pressure</i> (Agrupamento Morfológico e Análise da Pressão Intracraniana)
P1	Onda de percussão
P2	Onda <i>tidal</i>
P3	Onda dicrótica
PC	Perímetro cefálico
PICMI	Pressão intracraniana minimamente invasivo
PICNI	Pressão intracraniana não invasivo
PubMed	<i>Public Medline</i>
PVR	Pressão venosa da retina

RM	Ressonância magnética
SUS	Sistema Único de Saúde
TC	Tomografia computadorizada
TCE	Traumatismo cranioencefálico
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TVE	Terceiroventriculostomia endoscópica
US	Ultrassonografia
VOP	<i>Venous outflow pressure</i> (pressão venosa de abertura)
VPN	Valor preditivo negativo
VPP	Valor preditivo positivo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	20
1.1 Hidrocefalia e hipertensão intracraniana	24
1.2 Monitorização da pressão intracraniana.....	31
1.3 Método de monitorização não invasiva da PIC	32
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	36
2.2.1 Método de Fontanometria	39
2.2.2 Método de Ressonância Magnética.....	41
2.2.3 Método de Potencial evocado.....	43
2.2.4 Método de ultrassonografia	44
2.2.5 Método de termografia	46
2.2.6 Método de oftalmodinamometria	46
2.2.7 Método de Timpanometria	47
2.2.8 Outros métodos	49
2.3 Conclusão da Revisão	51
3. OBJETIVOS.....	52
3.1 Objetivos Gerais.....	53
3.2 Objetivos Específicos	53
4. CASUÍSTICA E MÉTODOS.....	54
4.1 Casuística	55
4.2 Métodos	57
5. ANÁLISE DE DADOS	61
6. RESULTADOS	64
6.1 Análise Descritiva.....	64
6.1.1 Grupo A.....	66
6.1.2 Grupo B.....	66
6.1.3 Grupo C	66
6.1.4 Grupo D	66
6.2 Comparação entre os grupos.....	66
6.3 Predição para HIC.....	70

6.4 Comparação grupo C antes e depois da intervenção cirúrgica	74
7. DISCUSSÃO	75
7.1 Considerações finais	79
8. Conclusões	80
Referências	82
Apêndices	96
Anexos	1089

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A hidrocefalia (HCF) representa grande problema médico e social, tanto pelo seu impacto na saúde do indivíduo, quanto pelo ônus socioeconômico. Estimativas atribuem a incidência de 4,6 a 5,9 por 10.000 nascimentos vivos somente para a HCF congênita. (GARNE et al., 2010; JENG et al., 2011)

Nos Estados Unidos da América, dados epidemiológicos do sistema nacional de saúde afirmam que a prevalência de derivações liquóricas para tratamento da HCF em 1995, foi de 125.000 (com um número aproximado de 33.000 novas derivações ou revisões por ano) (BONDURANT; JIMENEZ, 1995). Outro estudo estadunidense apontou um custo por admissão de US\$35.816 a um total anual de mais de 1 bilhão de dólares (PATWARDHAN; NANDA, 2005).

No Brasil, o Sistema Único de Saúde (SUS) oferece dispositivos para o tratamento de HCF. Entre os anos de 2010 e 2012, desconsiderando todos os custos decorrentes da internação hospitalar e cirurgia, foram gastos R\$14.528.474,70 na aquisição desses materiais (PINTO, 2013).

A HCF não é propriamente uma entidade patológica, ela é o resultado final de várias alterações do neurodesenvolvimento e de posteriores agressões ao sistema nervoso central. Segundo Lifshutz e Johnson (2001): "West (1808) e, subsequentemente Cheyne (1848), diferenciara, entre as formas aguda e crônica de HCF, assim como reconheceram e documentaram as causas congênicas e adquiridas." As principais etiologias, descritas na literatura estão ilustradas no Quadro 1.

Etiologias de hidrocefalia	Principais causas
Congênita	• Meningocele (MMC)
	• Encefalocele
	Outras alterações congênicas:
	• Malformação de Dandy Walker
	• Cistos aracnoides
	• Cistos inter-hemisféricos
	• Estenose aquedutal

Adquirida	<ul style="list-style-type: none"> • Hemorragia peri e intraventricular (HPIV) • Meningite • Hidrocefalia de Pressão Normal (HPN) • Tumores encefálicos • Hemorragia subaracnóidea (HSA) • Traumatismo craniano
Congênitas ou adquiridas afetando o crânio	<ul style="list-style-type: none"> • Síndromes craniofaciais (como: Crouzon, Pfeiffer, entre outros) • Acondroplasia

Quadro 1 - Principais causas de HCF conforme a etiologia.

Rekate (2011), propôs que a HCF se caracterizaria por uma condição em que há um bloqueio em algum ponto, desde a produção até a absorção de líquido cefalorraquidiano (LCR) que, em algum momento, causaria acúmulo deste líquido com dilatação ventricular, sendo um processo progressivo. Dessa maneira, o autor propôs uma classificação baseada no ponto de obstrução: forame interventricular, aqueduto cerebral, forames do quarto ventrículo, medula para espaço subaracnóideo, vilosidades aracnoides e circulação venosa. Essa classificação tem sua utilidade para acessar o diagnóstico diferencial da doença causadora de HCF e os tratamentos disponíveis.

A fisiologia líquórica está razoavelmente estabelecida com até 90% de sua produção ocorrendo nos plexos coroides, localizados nos ventrículos cerebrais. Tais estruturas consistem de tecido conjuntivo altamente vascularizado, revestido de epitélio, formando vilosidades. Os plexos coroides produzem LCR por secreção ativa e difusão a uma taxa de 0,20-0,35ml/min (360-500ml/dia), com volume total normal de 120 ml nos adultos e 50 ml em neonatos, continuando a produzir mesmo que sua absorção esteja prejudicada e só cessando em níveis pressóricos muito altos (ROCCO et al., 2012).

Um estudo com derivação ventricular externa (DVE) em crianças com idade inferior a 16 anos sugere que a produção líquórica aumenta exponencialmente com a idade e peso, variando de 0,1 a 26,5 ml/h (YASUDA et al., 2002).

A absorção ocorre principalmente nas vilosidades aracnoides localizadas nos canais venosos dos seios venosos cerebrais, sobretudo do seio sagital superior. Após sua produção intraventricular, o LCR passa ao espaço subaracnoideo e cisternas da base através de duas aberturas laterais no quarto ventrículo (forames de Luschka) e uma abertura central (forame de Magendie), progredindo para as granulações aracnoides e impulsionado principalmente pelo gradiente produção/absorção. Alguma absorção do LCR também ocorre através do epêndima (epitélio de revestimento ventricular), no plexo coroide, no espaço subaracnoideo medular e até nos espaços perineurais (SAKKA; COLL; CHAZAL, 2011).

A fisiopatologia da HCF, portanto, está relacionada a mecanismos que prejudicam a absorção de LCR ou que aumentem sua produção. Este último, apesar de muito raro, ocorre principalmente nos tumores do plexo coroide e causa a dilatação de todo sistema ventricular (PENCALET et al., 1998).

A dificuldade de absorção líquórica pode ser causada por obstrução na circulação líquórica em qualquer ponto, desde sua produção até a absorção. Ocorre principalmente no forame interventricular (Monro), aqueduto mesencefálico ou quarto ventrículo.

Na população pediátrica, o diagnóstico clínico muitas vezes é difícil devido à inespecificidade dos sintomas e, portanto, grande parte dos pacientes necessita de exames complementares, algumas vezes seriados. O arsenal diagnóstico atual inclui o uso de exames como a ultrassonografia (US), a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM). Tais exames não são somente úteis para elucidar o diagnóstico, como também investigar a etiologia subjacente e auxiliar na escolha do melhor tratamento (DINÇER; OZEK, 2011).

A TC de encéfalo é um método acessível, rápido e compatível com monitorização intensiva e respiração mecânica. Normalmente não necessita de sedação, devido à velocidade dos aparelhos modernos, e seus resultados podem ser comparados, pois independem do examinador. O nível de obstrução pode ser inferido pela dilatação ventricular a montante, embora não forneça detalhes anatômicos precisos. O acompanhamento dos pacientes submetidos à derivação ventricular pode ser realizado facilmente com TC, no entanto, a maior preocupação com uso dessa modalidade é a emissão de radiação ionizante e seus possíveis efeitos pró-oncológicos (PRABHU; YOUNG-POUSSAINT, 2010; BRUNETTI et al., 2011; LEHNERT et al., 2011).

A US craniana é utilizada, principalmente, para avaliar o parênquima cerebral e ventrículos nos primeiros 12 a 18 meses de vida, enquanto a fontanela bregmática ainda está patente. A dilatação ventricular é facilmente identificada pela US, porém, malformações corticais e alterações na fossa posterior podem apresentar limitações diagnósticas. Outra

limitação do método é a dependência em relação ao operador do aparelho (MACHADO, 1982,1985, 1991; KUBAN et al., 2007).

O uso de tecnologias com *Doppler* permitem acessar parâmetros importantes da circulação sanguínea cerebral como a pulsatilidade e índices de resistência, tornando-se uma ferramenta indispensável na avaliação dos lactentes. A tecnologia do *Doppler* permite, de forma indireta, avaliar a pressão intracraniana (PIC). Pode-se acompanhar a evolução da dilatação ventricular nos primeiros meses de vida, particularmente após hemorragia de prematuridade, antes ou após procedimento cirúrgico (BABCOCK, 1995; ASSIS; MACHADO, 1999; OLIVEIRA; MACHADO, 2003; ROBINSON, 2012).

A RM encefálica é o exame de escolha para diferenciar a dilatação do sistema ventricular de HCF e mostrar a causa subjacente. As sequências convencionais ponderadas em T1 e T2 são rotineiramente usadas e podem mostrar alterações patológicas dentro do parênquima cerebral, o tamanho e forma dos ventrículos e evidenciar lesões expansivas.

O uso de sequências mais complexas como *spin echo*, *turbo spin echo*, reconstruções tridimensionais, cisternografias, entre outras, permitiu o diagnóstico mais preciso e ampliação dos candidatos à endoscopia ventricular (DINÇER; OZEK, 2011). Essa modalidade apresenta como contraindicação a presença de dispositivos eletrônicos (marca-passo ou implantes com material ferroso). A qualidade da imagem é facilmente alterada pela movimentação do paciente, pois não é um exame rápido como o US ou TC, levando à necessidade de sedação e anestesia para muitos lactentes, crianças mais novas ou com comprometimento cognitivo. Apresenta, ainda altos custos e difícil acessibilidade em vários países (BOAZ; EDWARDS-BROWN, 1999; BRADLEY JR, 2012).

O tratamento da HCF progressiva é essencialmente cirúrgico. O manejo medicamentoso com acetazolamida (inibidor da anidrase carbônica que reduz agudamente a produção liquórica) ou diuréticos, tais como a furosemida, causam efeitos frustrados e temporários. Em grande estudo prospectivo randomizado de 2001 que incluía neonatos com HPIV, os pacientes em que foram administradas essas drogas não apresentaram evolução satisfatória, inclusive com aumento das taxas de mortalidade (KENNEDY et al., 2001).

As derivações ventriculares valvulares objetivam desviar o LCR do sistema ventricular para outra cavidade corporal e, ainda hoje, são as principais ferramentas para o tratamento de HCF. Sua utilização iniciou-se com Nulsen em 1949, ao desenvolver e implantar uma válvula unidirecional com uma esfera dentro de um cone com uma mola (NULSEN; SPITZ, 1950). Posteriormente, com o desenvolvimento do silicone elástico, Holter aperfeiçoou e difundiu o uso de derivações ventriculares valvuladas (BARU et al., 2001), o que mudou dramaticamente

o prognóstico de crianças com HCF. Houve uma redução nas taxas de mortalidade de 48% para 23% em 5 anos (HIRSCH, 1992).

As derivações ventriculoperitoneais correspondem ao método de tratamento cirúrgico mais utilizado, representando cerca de 70% dos casos. Este método, porém, apresenta taxa de insucesso no primeiro ano de até 40% (DRAKE et al., 1998; STEIN; GUO, 2008). As complicações mecânicas e infecciosas são as causas mais frequentes de disfunções nos sistemas de derivação liquórica, podendo ocorrer ao longo do acompanhamento clínico dos pacientes. Entre as complicações mecânicas, destacam-se: obstrução ou mau posicionamento do cateter ventricular, hiperdrenagem, desconexão, fraturas, migração, loculação peritoneal, entre outros.

A terceiroventriculostomia endoscópica (TVE) é uma opção de tratamento com excelentes resultados em crianças maiores de 6 meses e com HCF obstrutiva, principalmente estenose de aqueduto cerebral (CINALLI; MAIXNER; SAINTE-ROSE, 2004; FURLANETTI; VOLPON SANTOS; DE OLIVEIRA, 2013).

Por esta técnica, o sistema ventricular é acessado através de uma trepanação frontal e um endoscópio é introduzido no corno frontal do ventrículo lateral, progredindo em direção ao forame interventricular até o terceiro ventrículo. Abre-se, então, uma fenestra no assoalho do hipotálamo (tuber cinéreo) comunicando o sistema ventricular com o espaço subaracnóideo. As principais complicações da TVE são: hemorragia, infecção, fístula liquórica e alterações hormonais como diabetes insípido (BOURAS; SGOUROS, 2011).

1.1 Hidrocefalia e hipertensão intracraniana

A morfologia da onda de PIC possui um traçado próprio, semelhante a onda de pulso arterial, apresentando até cinco picos diferentes, porém três picos são característicos e frequentes: A onda de percussão (P1), a onda *tidal* (P2) e a onda dicrótica (P3). A onda de percussão é a mais constante em amplitude e deriva da pulsação das grandes artérias cerebrais para o plexo coroide, a onda *tidal* deriva da elastância cerebral sendo reflexo direto da “reverberação” de P1 sobre o cérebro e caixa craniana. A onda dicrótica é separada da onda *tidal* pela incisura dicrótica que corresponde ao fechamento da valva aórtica cardíaca (Figura 1) (ADAMS; BELL; MCKINLAY, 2010; MARMAROU; BEAUMONT, 2011).

Figura 1- Morfologia da Onda de Pressão intracraniana.

Nota-se o comportamento das ondas P1, P2 e P3 em um cérebro complacente e não complacente. Na curva superior a onda $P1 > P2$ (cérebro normal) e na curva inferior $P2 > P1$ (falta de complacência do sistema).

Modificado de Cyrous; O'Neal e Freeman (2012).

A morfologia da onda de Pressão intracraniana (PIC) também pode ser analisada após decomposição, em seus aspectos fundamentais através da transformação de Fourier. Dessa maneira, podemos analisar o domínio de frequência obtendo-se essencialmente três espectros: respiração (entre 0,15 e 0,35 Hz), frequência cardíaca (entre 1 e 2 Hz) e ondas lentas (entre 0,05 e 0,0055 Hz) (CZOSNYKA et al., 2007). Essa análise se mostra útil para se avaliar a qualidade do sinal, sua variação em amplitude e filtrarmos interferências através de filtros do tipo “passa-baixa” ou “passa-alta” (Figura 2).

Figura 2- Domínio de tempo (A) e domínio de frequência (B)

Gráfico A representa a curva obtida após o registro da PIC extraída no domínio de tempo, com PIC (mmHg) x tempo (min) e o gráfico B após processamento para domínio de frequência com curva Amplitude da PIC (mmHg) x Frequência (Hz)

Modificado de Balestreri et al. (2004)

A curva pressão-volume, que é construída a partir da relação hipotética entre a alteração no volume do compartimento do LCR e a PIC, é essencialmente dividida em três regiões a saber (Figura 3) (MARMAROU; SHULMAN; ROSENDE, 1978; AVEZAAT; VANEIJNDHOVEN; WYPER, 1979).

Figura 3- Descrição esquemática da curva de pressão intracraniana, AMP e RAP

A - Curva pressão volume com as três regiões distintas: A região I representa um estado de boa complacência cerebral, a região, II uma complacência diminuída, A região III, perda da regulação cerebrovascular

B - Gráfico AMPxPIC, evidenciando a elevação da amplitude conforme aumento da PIC na zona II, C - variação RAP com aumento da PIC.

PIC – Pressão intracraniana. AMP – Amplitude de pulso da pressão intracraniana. RAP - Índice de compensação pressão-volume.

Modificado de Kim et al. (2009)

A Região I mostra que, com um aumento linear da pressão, há aumento linear de volume, indicando boa reserva compensatória. Neste estado, a complacência do sistema é independente do aumento da PIC, nessa região hipoteticamente estão os pacientes com PIC normal. Na Região II, um aumento no volume intracraniano produz um aumento exponencial da pressão [pacientes com hipertensão Intracraniana (HIC)], o que indica uma diminuição na complacência inversamente proporcional ao aumento pressão. O ponto transição a partir da evolução linear para exponencial da curva pressão-volume é atribuível ao esgotamento da capacidade de compensação. A Região III, que pode ser observada em valores muito elevados de PIC, é caracterizada por uma diminuição da inclinação da curva pressão-volume e denota deficiência da autorregulação cerebrovascular e mecanismos de isquemia subsequente (CZOSNYKA et al., 2002). Esse aumento dramático da PIC raramente é visto na HCF.

Os exames de imagem fornecem apenas evidências indiretas dos efeitos da HIC na HCF. O aumento da PIC é uma das causas mais comuns de morbimortalidade em doenças intracranianas agudas e, nas situações onde seu controle não é possível, a evolução clínica para morte cerebral é inevitável. Por outro lado, pacientes que apresentam lesões intracranianas com grande efeito de massa e evolução mais lenta, podem apresentar sinais clínicos e neurológicos insidiosos, sem elevação significativa da PIC (MARMAROU; BEAUMONT, 2011).

Parâmetros subsidiários são necessários para produzir um julgamento clínico eficiente e melhorar a interpretação da PIC. Informações que possam indicar quando o equilíbrio líquido é perturbado quando ou a relação pressão-volume é crítica são muito importantes e podem auxiliar no diagnóstico e tratamento de pacientes com HIC, especialmente nos pacientes com HCF.

Alguns parâmetros extraídos da curva de PIC são de simples aquisição e podem refletir a perda da complacência cerebral e transição da região I para a região II da curva pressão volume. Por exemplo, a relação entre a amplitude de P2 sobre P1 que está aumentada conforme há aumento da PIC com tendência a P2 ultrapassar a amplitude de P1.

Estudos prévios com monitorização invasiva da PIC, publicados na década de 1980, mostraram a tendência do componente de P2 aumentar conforme a PIC aumenta e até de sobrepujar o componente P1. Em estudo escocês de 1983, Cardoso, Rowan e Galbraith (1983), avaliaram 15 pacientes (10 com HCF, 3 com hipertensão intracraniana idiopática e 2 com hematomas intracranianos) monitorizados com cateter ventricular para aferição da PIC. Manobras foram realizadas para aumentar e diminuir o valor absoluto da PIC, como elevação da cabeceira, hipo e hiperventilação voluntária, apneia e retirada de LCR ventricular. Verificou-se que se a PIC estivesse baixa, a onda de pulso apresentaria $P1 > P2 > P3$, e assim que a PIC aumentasse, verificou-se claramente um aumento em P2 e em menor proporção de P3. Outro estudo estadunidense de Contant et al. (1995), com 109 pacientes em terapia intensiva admitidos entre 1989 e 1991 com TCE (traumatismo cranioencefálico) grave, mostrou que quando a PIC aumenta, a amplitude de pulso (AMP) e P2 aumentam significativamente, embora não tenha sido estudada a relação P2/P1. Fan et al. (2008), estudaram a curva de PIC nas primeiras 48 horas de inserção em 38 pacientes com TCE grave, essa relação não foi capaz de prever quais pacientes com TCE apresentariam descompensação da PIC, porém a relação P2/P1 esteve aumentada em algum momento nos pacientes com HIC.

Estudos mais complexos na morfologia de onda de PIC, utilizando-se do método MOCAIP (*Morphological Clustering and Analysis of Intracranial Pressure*), analisaram 24 componentes da onda de PIC. O método MOCAIP mostrou-se eficiente para fornecer

informações mais fidedignas, incluindo a detecção da diminuição do fluxo sanguíneo cerebral (FSC), demonstrado por HU et al. (2010), que estudaram o FSC com Xenon¹³³, *Doppler* transcraniano, análise de gasometria sanguínea e PIC invasiva para avaliação da morfologia da onda de PIC pelo método MOCAIP. Estes autores, após analisarem de 63 pacientes (31 pacientes com HSA por ruptura aneurismática e 26 pacientes com TCE), o método mostrou uma sensibilidade de $92,5 \pm 0,7\%$ e especificidade de $84,8 \pm 0,8\%$ em predizer baixa perfusão cerebral através da morfologia da onda de PIC (Figura 4).

Figura 4- Métricas para Obtenção do "MOCAIP"

A figura mostra as 24 métricas obtidas automaticamente após extração da onda de PIC e avaliadas no método. Essas métricas quando analisadas em conjunto se mostram úteis para predizer baixa perfusão cerebral. Modificado de Hu et al. (2010).

AMP (amplitude de pulso) é a diferença entre a PIC máxima e mínima durante um ciclo cardíaco ou uma onda de PIC. O índice de compensação pressão-volume (RAP) deriva de: R (coeficiente de correlação), A (amplitude de pulso) e P (pressão intracraniana média). Pode ser obtido através do cálculo da correlação linear entre pontos consecutivos, a cada período de tempo (6-10 segundos é geralmente usado), entre a AMP e a PIC (geralmente 40 pontos são analisados). Este índice indica o grau de correlação entre a amplitude do componente

fundamental e a PIC média ao longo de curtos períodos de tempo (aproximadamente 4 minutos). O conceito de um coeficiente de correlação móvel entre a média da PIC e mudanças na AMP da PIC foi introduzido como uma medida de reserva compensatória em pacientes com traumatismo intracraniano e está relacionado com a forma da curva de PIC, que tem duas tendências diferentes, dependendo da região. Na Região I (curva horizontal inicial), a AMP não varia com a PIC média e, portanto, a RAP tende a zero. Na Região II, quando a PIC aumenta desproporcionalmente a mudanças no volume intracraniano, a AMP aumenta em paralelo com a PIC média, portanto a RAP tende a +1, a região III não é considerado para HCF (KIM et al., 2009).

O ponto de transição na curva pressão-volume define o limiar do estado compensatório. Abaixo deste ponto, a relação entre a pressão e o volume líquórico é linear, e o sistema é considerado estável. No entanto, esse ponto de transição é de difícil determinação clínica sem a realização um estudo de infusão. Uma maneira mais fácil de utilizar essas informações para fazer um julgamento clínico, para o estado da reserva compensatória do sistema líquórico é calcular o RAP, que perto de zero significa boa compensação de reserva, enquanto RAP próximo de 1 indica uma fraca reserva de compensação.

Kim et al. (2009), desenvolveram um estudo envolvendo 980 pacientes adultos com HCF em que foi realizada aferição invasiva da PIC, com cálculo do RAP. Neste trabalho, o RAP diminuiu após tratamento da HCF com derivação ventricular e estava aumentado em pacientes com mau funcionamento de sua derivação, mostrando-se uma ferramenta potencialmente útil.

Segundo Wang e Manley (2011), “ A doutrina de Monroe-Kellie (1783 e 1824) estabelece que o cérebro está no interior do crânio não expansível, que o parênquima cerebral é pouco compressível e que volume sanguíneo é razoavelmente constante”. Portanto, quando o volume de um dos componentes do encéfalo aumenta, outros devem reduzir-se proporcionalmente ou a PIC aumentará. A elevação sustentada da PIC acima de 15 mmHg é condição patológica definida como HIC e sua perpetuação está relacionada com aumento da mortalidade (MOKRI, 2001; STEINER; ANDREWS, 2006; BRADLEY JR, 2012). Embora, para a prática clínica, a afirmação de que o crânio tenha um volume fixo seja útil e quase dogmática, demonstrou-se que após a pulsação arterial, o crânio esse sofre mínimas variações em volume e essa deformação pode ser aferida através de um sensor elétrico conhecido como extensômetro (MASCARENHAS et al., 2012), que também é capaz de gerar uma curva deformação-volume muito semelhante à curva pressão-volume.

1.2 Monitorização da pressão intracraniana

Há mais de um século, a mensuração da PIC já era realizada indiretamente, através da punção lombar para a análise do LCR. A mensuração direta da PIC, por punção ventricular, foi inaugurada na França, na década de 1950 (GUILLAUME; JANNY, 1951). Em 1960, Lundberg consolidou o uso desta prática, ao publicar trabalho descrevendo detalhadamente a técnica de punção ventricular, assim como registro preciso e contínuo da PIC e das ondas da PIC durante condições patológicas ou não (LUNDBERG, 1960).

Atualmente, para realizar a monitorização da PIC, de maneira fidedigna, métodos invasivos são utilizados através da inserção de um cateter para obtenção desta medida. Os três principais métodos convencionais utilizados são: intraventricular, intraparenquimatoso e subdural, ilustrados na Figura 5 (KUNRATH et al., 2002).

Figura 5- Ilustração representando os principais métodos de monitorização da PIC encefálica. A- dispositivo intraparenquimatoso onde o sensor é introduzido dentro do parênquima cerebral; B - dispositivo subdural/subaracnóide, sensor é inserido no espaço subdural/subaracnóide; C - método intraventricular em que o sensor penetra o parênquima cerebral e um cateter é inserido no interior do sistema ventricular; D - sensor no espaço epidural.

Fonte: Jones Jr. et al. (2011).

Os métodos invasivos intracranianos, através da inserção de sensores para o registro da PIC, podem apresentar complicações, destacando-se as infecciosas de 0 a 26,6% dos casos (CANGUSSÚ, 2006) e mais raramente hemorrágicas, com incidência variando entre 2,8% a 15,3% em pacientes portadores de coagulopatias (MARTINEZ-MANAS et al., 2000).

Entre os métodos invasivos para o registro da PIC, o método intraventricular é considerado o “padrão ouro” por possibilitar o monitoramento, e também a drenagem de LCR

por meio de uma cânula que comunica o ventrículo lateral a um reservatório fechado. A retirada de LCR é muito importante por permitir o controle rápido da HIC, porém, este método é o que apresenta os maiores índices de complicações, destacando-se a ocorrência de infecções (CANGUSSÚ, 2006). O sensor intraparenquimatoso é tecnicamente fácil de inserir e manter, porém a principal desvantagem é não permitir a drenagem liquórica, além de poder apresentar mau funcionamento do sensor ao longo do período, incluindo imprecisão no registro de até 50% (PIPER et al., 2001; MORGALLA et al., 2002).

Um sensor intraparenquimatoso muito utilizado na prática clínica é o sistema de fibra óptica Camino®, equipamento que apresenta baixo número de complicações, em torno de 0,3%, como infecção e mau funcionamento (POPLE et al., 1995). Sensores subdurais e subaracnóideos baseiam-se na aferição da pressão exercida pelo LCR e superfície cerebral, não envolvendo lesões ao parênquima cerebral. Suas medidas não são fidedignas quando comparadas com medidas ventriculares e intraparenquimatosas (MENDELOW et al., 1983; POCA et al., 2007).

1.3 Método de monitorização não invasiva da PIC

Em 2008, pesquisadores do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP) desenvolveram um método alternativo para o monitoramento da pressão intracraniana. Trata-se de um dispositivo minimamente invasivo (PICMI), patenteado pela empresa Braincare®, que utiliza um sensor de deformação, constituído por um extensômetro elétrico de resistência (*strain gauge*), aplicado na superfície óssea externa do crânio (VILELA, 2010),

Esse dispositivo corresponde a uma lâmina plástica com impresso de uma resistência elétrica que é colado sobre uma superfície sólida e, dessa forma, mede a variação que essa resistência sofre conforme a superfície em questão se deforma (Figura 6).

Figura 6- Extensômetro elétrico (strain gauge).
Ilustração representando a resistência elétrica deformável e suas dimensões;
Fonte: Vilela (2010).

O método foi inicialmente testado com sucesso em animais, no Laboratório de Cirurgia Experimental do Departamento de Cirurgia e Anatomia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP) (VILELA; SELUQUE; MASCARENHAS, 2008) (Figura 7).

Figura 7- Extensômetro aplicado em rato.
Fotografia demonstrando a aplicação de extensômetro (seta azul) em crânio de rato para o registro da PIC
Fonte: Vilela (2010).

A utilização experimental do extensômetro elétrico, em humanos, tem se mostrado segura. Nos primeiros estudos utilizou-se a aplicação do extensômetros em tíbias de voluntários

para avaliação da marcha (LANYON et al., 1975; BURR et al., 1996; PERUSEK et al., 2001), recentemente com sistemas menos invasivos, foi utilizado para avaliar as propriedades elásticas da pele (LIM et al., 2008).

Em ensaios prévios com animais, a curva de PIC desses sensores, quando aplicados sobre a calota craniana, equiparou-se ao desempenho dos transdutores invasivos, Figura 8 (VILELA 2010). Resultados preliminares da aplicação em humanos com TCE grave se mostraram bastante promissores (MASCARENHAS et al., 2011, 2012).

Figura 8- Representação gráfica comparativa entre sistemas para monitorização da PIC.

O gráfico mostra o comportamento da curva de PIC ao realizarmos mudança na posição do rato: Animal em repouso (R), elevação da região posterior (ERP), elevação da região anterior (ERA)

Sensor minimamente invasivo (azul) em mV, Sensor invasivo da Codman® (vermelho) em mmHg

A – Gráfico com a mesma escala decimal.

B – Gráfico com diferentes escalas decimais, para análise do comportamento das curvas.

Fonte: Vilela (2010).

Em 2013, pesquisadores do IFSC-USP desenvolveram um sistema para o monitoramento da pressão intracraniana não invasiva (PICNI). Neste sistema não há necessidade de implantação de qualquer dispositivo cirurgicamente no indivíduo. Para tanto, um sensor é acomodado sobre a pele e preso com uma fita elástica, sendo capaz de aferir a deformação craniana por um sistema de extensômetros embutidos, Figura 9. O PICNI reproduziu o mesmo perfil de oscilações elétricas obtidas pelo sistema minimamente invasivo, porém com menor sensibilidade (CABELLA et al., 2016; VILELA et al., 2016).

Outros trabalhos comparativos estão sendo realizados entre os métodos de PICMI e PICNI em nível experimental em ratos com hemorragia cerebral (CARDIM et al., 2016c), clínicos em indivíduos portadores de epilepsia (CARDIM et al., 2016b) e adultos que sofreram traumatismo craniano grave (CARDIM et al., 2016a). Os resultados preliminares demonstraram

que, embora o valor absoluto da PIC não seja acessível, a monitorização minimamente invasiva e não invasiva permite acesso à curva de PIC (Figura 10).

Figura 9- Sensor PICNI.

A – Detalhe do funcionamento interno, em que um pino é pressionado contra a superfície craniana e transmite microscilações para um extensômetro embutido. B – Foto do sensor utilizado mostrando o pino que entra em contato com a criança e a superfície de acoplamento em que a faixa elástica é presa. Fonte: Vilela (dados não publicados)

Figura 10- Comparação entre PIC invasiva, PICMI e PICNI.

Representação gráfica para comparação entre os diferentes sistemas de monitoramento da PIC. Registro obtido durante realização de manobra de compressão por 1 minuto na veia jugular interna em indivíduo com TCE grave. Os valores foram obtidos simultaneamente antes, durante e após a compressão da veia jugular. Durante o período de compressão existe uma elevação da PIC. Nota-se que houve uma superposição entre os resultados obtidos. Para aferição com o sensor intraparenquimatoso cerebral foi utilizado o dispositivo Codman® (escala numérica em mmHg) e para o PICMI e PICNI a escala utilizada foi milivolt.

Fonte: Vilela (dados não publicados)¹

¹ Experimento realizado no IFSC pelo Dr. Gustavo Vilela em 2010

2. REVISÃO DA LITERATURA

2. REVISÃO DA LITERATURA: MÉTODOS DIAGNÓSTICOS ALTERNATIVOS PARA MONITORAMENTO DA PIC

Foi realizada uma revisão integrativa da literatura com o objetivo de identificar outros métodos utilizados para o registro da PIC em crianças portadoras de HCF.

2.1 Métodos

Assim, a revisão seguiu as seguintes etapas: identificação do problema/questão; seleção da amostra; definição das características dos estudos e seus resultados; análise dos resultados; discussão e interpretação dos resultados e apresentação da revisão integrativa (BEYEA; NICOLL, 1998; COOPER, 1998; ROMAN; FRIEDLANDER, 1998; BROOME, 2000; WHITTEMORE; KNAFL, 2005).

Para tanto, o seguinte questionamento foi feito: “Quais os métodos diagnósticos alternativos para diagnóstico de HCF/mau funcionamento de derivações liquóricas em crianças?”. Para sua formulação, foi utilizada a estratégia “PICO” (TORRACO, 2005; SAYERS, 2007). Segundo esse método, o acrônimo (P)acientes, (I)ntervenção, (C)omparação e (O)utcome (desfecho) é preenchido com a questão levantada e então a busca é realizada no nas bases de dados: “(P) AND (I) AND (C) AND (O)”.

Na presente revisão, pacientes (P) foram consideradas crianças com HCF; intervenção (I) foram os métodos diagnósticos alternativos; não foi utilizada a Comparação (C); e desfecho (O) foi o diagnóstico de HCF (Apêndice A)

A busca pelos artigos foi realizada nas principais bases de dados da área da saúde: “Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde” (LILACS), *Public Medline* (PubMed), *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL), e da área multidisciplinar Scopus, conforme descritores e sinônimos apresentados no Apêndice A.

Para a seleção dos artigos, os critérios de inclusão foram: artigos originais, disponíveis nos idiomas inglês, espanhol ou português; que abordassem e discutissem HCF; incluindo crianças (até 18 anos); e que contemplassem o objetivo da revisão; sem limitação de período de publicação. Os critérios de exclusão foram: artigos envolvendo tecnologias convencionais, como US, RM e TC; uso de procedimentos invasivos (ventriculografia/cisternografia) ou arteriografia por punção. O período da revisão foi compreendido entre janeiro e março de 2015.

2.2 Resultados da revisão

Foram realizados cruzamentos nas bases de dados e identificadas 7915 publicações no PubMed, 838 no LILACS, 124 no Scopus e 335 no CINAHL, totalizando 9.212 trabalhos. Após a leitura dos títulos, foram pré-selecionados 222 artigos, os quais foram separados, novamente após a leitura dos resumos disponíveis, obtendo-se 63 artigos selecionados para leitura completa. Finalmente, foram incluídos 43 artigos que atendiam aos critérios estabelecidos. O processo de busca e seleção dos artigos, bem como os motivos de exclusão, estão ilustrados na Figura. Além disso, foi realizada análise das referências dos artigos selecionados, com os mesmos critérios de inclusão citados e nenhuma outra publicação foi incluída.

Figura 11- Fluxograma detalhando a metodologia empregada na revisão integrativa

Esse processo ocorreu com o uso do gerenciador de referências online *Endnote X7* (REUTERS, 2013). Para a extração dos dados, foi utilizado um roteiro previamente estruturado para esta pesquisa, contemplando: título, ano, local de estudo, objetivo, método, principais resultados.

Dessa forma, a amostra desta revisão foi composta por estudos publicados entre 1964 e 2013, em inglês e espanhol. Em relação ao tipo de revista científica, foram localizados artigos em revistas diversas, em neurologia, neurocirurgia, otorrinolaringologia, pediatria, radiologia, entre outras.

Os estudos foram agrupados em oito categorias conforme os métodos diagnósticos utilizados: fontanometria (11 artigos); RM (8 artigos); potencial evocado (6 artigos); ultrassonografia (5 artigos); termografia (2 artigos); oftalmodinamometria (3 artigos); timpanometria (5 artigos); e outros (3 artigos) (Apêndice B).

2.2.1 Método de Fontanometria

A fontanometria é um método desenvolvido para aferir a pressão fontanelar e, dessa maneira, inferir a PIC. É baseada na colocação de sensores sobre a fontanela dos pacientes pediátricos, permitindo mensurar a PIC.

Foram encontrados 11 artigos utilizando esse método, publicados entre 1966 e 1998. Nesse período, houve uma evolução na precisão e tecnologia utilizada para a fontanometria em que, inicialmente, era utilizado um simples tambor preenchido de gás que transferia a pulsação fontanelar para um transdutor pneumático e finalmente um osciloscópio (BRETT, 1966), para sistemas mais complexos utilizando princípios de tonometria como o APT-16 (*Hewlett Packard*) (WEALTHALL; SMALLWOOD, 1974). Ainda assim, eram percebidas as mesmas limitações quanto a sensibilidade e à necessidade de calibragem, porém, apresentavam uma correlação forte quando comparados a métodos invasivos como punção fontanelar ou lombar (relação linear de 0,88, $p < 0,001$).

A incorporação da fibra óptica (Modelo 1700 – *Roche Medical Eletronics*) (VIDYASAGAR; RAJU, 1977) trouxe precisão e ausência de riscos com uso de materiais elétricos diretamente nas crianças. Estudo realizado com 123 crianças graves em terapia intensiva (portadoras e não portadoras de HCF), apontam que os participantes com HCF sempre apresentavam medidas acima de 15 mmHg e que pacientes graves com membrana hialina apresentavam períodos de hipertensão fontanelar relacionados com mal prognóstico (VIDYASAGAR; RAJU; CHIANG, 1978).

Honda, Hayashi e Kuramoto publicaram dois importantes trabalhos em 1984. No primeiro, realizaram a avaliação do transdutor APT-16 e de outro semelhante desenvolvido pelos autores. Este estudo mostrou a ocorrência de aumento da pressão fontanelar em crianças, mesmo antes de ocorrer aumento do perímetro cefálico (PC), sugerindo a necessidade de intervenção cirúrgica quando há aumento da PIC (HONDA; HAYASHI; KURAMOTO, 1984b). Na segunda publicação, foram avaliados pacientes com aumento da pressão fontanelar e macrocrania. Neste momento, alterações como a presença de ondas em platô e ondas B de Lundberg mostraram-se mais evidentes durante o sono REM, sugerindo que esse período seria mais sensível para avaliar alterações patológicas na onda de PIC, embora nenhuma comparação tenha sido feita entre os sistemas de aferição (HONDA; HAYASHI; KURAMOTO, 1984a).

Outro método muito utilizado para fontanometria foi o de Rotterdam, que consiste na mensuração da PIC por meio de um sistema elétrico utilizando um capacitor passivo que varia conforme a pressão fontanelar e apresenta relação linear com essa (PLANDSOEN et al., 1987). Como vantagens, não há necessidade de calibragem “zero”, possui um sistema de fixação prático, correlação linear de 0,96-0,98, tempo de resposta baixo, com possibilidade de análise detalhada da curva de pressão fontanelar (PETERS et al., 1995).

Massager et al. (1996), realizaram estudo utilizando o sistema de Rotterdam, no qual foram avaliadas vinte crianças, entre 1 e 10 meses, em relação ao aumento progressivo do PC. Neste estudo, as crianças cujas pressões obtidas na região fontanelar estavam aumentadas ou com ondas patológicas, necessitaram posteriormente de cirurgia para derivação, enquanto aquelas com aferições normais não foram submetidas a cirurgia, evoluindo com curva de crescimento do PC normal. Assim, o uso dessa tecnologia mostrou-se uma ferramenta útil para decidir quais crianças necessitariam de derivação ventricular.

Em outro estudo utilizando o sistema de Rotterdam, Wayenberg (1998), avaliou a pressão fontanelar média e a presença de ondas patológicas em 262 crianças (idades entre 1 e 12 meses), sendo 86 crianças normais, 46 com lesões hipóxico-isquêmicas, 42 com HCF, 30 com aumento do crescimento craniano e 58 pacientes neurológicos diversos. A partir de seus resultados, foi possível identificar potencialidades desse método como ferramenta de diferenciação entre HCF compensada e mau funcionamento de derivações – sensibilidade de 96% e especificidade de 100%.

Todavia, outros sistemas concorriam com o de Rotterdam. Em estudo conduzido por Rochefort, Rolfe e Wilkinson (1987), foi apresentado um novo instrumento que utilizava um sistema com fluxo de gás, também não necessitava de calibragem inicial e apresentava a mesma sensibilidade e precisão. Já Pairaudeau et al. (1990), utilizaram o sistema de *strain gauge*,

porém num sistema aberto para aferir a pressão fontanelar, com relação linear de 0,93 ($p<0,001$) quando comparado com aferição da pressão por punção liquórica. Este produto é comercializado atualmente com nome Gaeltec® (PAIRAUDEAU et al., 1990).

2.2.2 Método de Ressonância Magnética

A RM também pode ser utilizada para aferir a PIC de maneira não invasiva, ou auxiliar no diagnóstico de HIC/mau funcionamento de derivações.

Foram encontrados dois estudos evidenciando a relação entre o diâmetro da bainha do nervo óptico e HCF. Em pesquisa realizada por Mashima et al. (1996), foram avaliados cinco pacientes, com idade entre 15 e 42 anos, que apresentavam papiledema e HIC devido à HCF, tumores intracranianos ou meningite. Seus dados foram comparados aos de pacientes com papilas normais e com atrofia papilar. Para isso, utilizou-se de RM com a sequência *fast spin echo*, comparando as imagens axiais e coronais, que resultou em uma diminuição do diâmetro do nervo óptico ($p<0,01$) com aumento do espaço subaracnóideo circulante (bainha) ($p=0,04$).

Uma investigação mais recente, também evidenciou resultados semelhantes, especificamente em crianças. O estudo abrangeu dezesseis sujeitos menores de 18 anos com tumor de fossa posterior e HCF, nas quais 9 foram submetidos a TVE (idade média= 3,9 anos) e 7 submeteram-se a ressecção tumoral (idade média 2,58 anos) para tratamento de HCF. O resultado mostrou que todas as crianças apresentaram diminuição no diâmetro da bainha do nervo óptico ($p<0,001$) (SINGHAL et al., 2013).

Outra técnica que utiliza a RM é a difusão, particularmente os tensores de difusão e anisotropia. Foram analisados quatro estudos com diferentes áreas de interesse dentro deste exame (estruturas e áreas do cérebro diferentes).

ASSAF et al. (2006), estudaram oito crianças saudáveis e sete crianças com HCF com idades entre 12 e 20 anos, que foram submetidas à RM antes e depois de TVE e DVP para HCF. Neste caso, os resultados mostraram que os pacientes com HCF apresentaram aumento no fator de anisotropia (FA) em áreas de compressão de substância branca (cápsula interna). Corpo caloso (corpo, joelho e esplênio) apresentaram diminuição significativas no FA em relação aos controles. Quando comparados os períodos pré e pós-cirúrgico, os pacientes com HCF aguda apresentaram FA aumentada em regiões periventriculares com queda após a cirurgia.

Yuan et al. (2009), compararam a média de difusividade e FA de regiões do corpo caloso e cápsula interna de dezessete crianças entre 0,13 e 16,4 meses com HCF e com crianças com RM normal, previamente pareadas de acordo com a idade. Esse trabalho mostrou que os

pacientes com HCF apresentaram média de difusividade maior e FA menor ($p<0,03$) no corpo caloso, em relação aos controles. Porém, em relação ao FA, alguns pacientes apresentaram valores menores na cápsula interna em relação aos controles, ainda que sem diferença estatisticamente significativa.

A diferença de resultados entre os dois estudos pode ser explicada pela escolha de regiões de interesse pouco diferentes e devido à baixa idade dos pacientes no segundo trabalho.

Leliefeld et al. (2010), avaliaram a RM de 18 pacientes com HCF clinicamente compensada, cuja idade variava entre 3 dias e 16 meses e que apresentavam dilatação ventricular com aferições de PIC por fontanometria nos valores normais. Foi verificado que as crianças apresentavam valores de FSC comparáveis às crianças normais, assim como os coeficientes de difusão aparentes medidos na substância branca occipital, substância branca periventricular próximo ao corno occipital e frontal do ventrículo lateral, tálamo, substância cinzenta frontal (utilizado banco de dados para comparação).

Rajagopal et al. (2013), compararam RM de crianças entre 0 e 38,5 meses com e sem HCF (12 crianças no grupo de casos e 16 controles). O estudo mostrou que os cérebros com HCF apresentam menores índices de conectividade (medida derivada da difusão), principalmente no joelho do corpo caloso e trato corticoespinal ($p<0,05$). As medidas de tensor de difusão nos tratos cerebrais mostraram que crianças com HCF tiveram maior difusividade média, difusividade axial, difusividade radial no joelho do corpo caloso, trato corticoespinal e também menores medidas de anisotropia fracionada no joelho do corpo caloso ($p<0,05$). Ainda que as medidas de RM utilizando os tensores de difusão e seus índices derivados sejam úteis no diagnóstico de HCF e HIC, são subutilizados na prática clínica.

A RM foi utilizada também por Segev et al. (2001) para realizar medidas morfométricas no plano sagital. Para isso, os autores compararam medidas de: 22 pacientes com HCF (dezessete com HCF obstrutiva; quatro casos de HCF comunicante e um caso não especificado) com idades de 1 a 63 anos; 32 pacientes somente com dilatação ventricular por atrofia cerebral (idades de 29 a 63 anos); e 42 indivíduos exames considerados normais (idades entre 5 e 55 anos). O trabalho mostrou que os pacientes com HCF apresentaram diferenças significativas em todos os parâmetros medidos ($p<0,001$) quando comparados com pacientes com RM normal. Por outro lado, quando comparamos pacientes com HCF e sujeitos com atrofia cerebral, a RM no plano sagital mostrou rotação horária no quiasma óptico, diminuição na distância mamilopontina ($p<0,006$) e na distância mamilocomissural ($p<0,0001$). O estudo apresenta um conjunto de aferições que se utilizadas sistematicamente podem ajudar a diferenciar dilatações ventriculares por atrofia cerebral de alterações causadas por HCF aguda.

Além disso, a utilização da RM permitiu acessar o FSC por meio da análise do fluxo sanguíneo carotídeo, vertebral e jugular. Leliefeld et al. (2008), analisaram a RM de quinze crianças com HCF, com idades entre um dia e sete meses. Esses pacientes também foram submetidos a medidas da pressão fontanela pelo método de Rotterdam ou por punção ventricular, pois quatro deles apresentavam fontanelas fechadas; e da pressão arterial média aferida manualmente. Foram realizadas aferições antes e após cirurgia (12 derivações ventriculares e 3 TVE). O estudo mostrou que houve uma diminuição significativa da PIC após cirurgia, aumento do FSC (de $25,7 \pm 11,3$ para $50,1 \pm 12,1$ ml/100 cm³ cérebro/min, com $p < 0.005$) e nenhuma alteração estatisticamente significativa na pressão arterial média. O trabalho apontou para um método não invasivo para mensurar a PIC indiretamente por meio do FSC, que apresentou uma relação linear com PIC.

2.2.3 Método de Potencial evocado

O potencial evocado visual, auditivo de tronco cerebral e somatossensitivo pode ser acessado para avaliação de HIC e disfunção de derivações.

Em relação ao potencial evocado visual, Sklar, Ehle e Clark (1979), descreveram suas observações com sete crianças menores de um ano e três adultos com HCF, comparando-os a neonatos sem evidências de doenças neurológicas. Foram realizadas aferições antes e depois de derivações ventriculares com tendência a queda do potencial evocado visual após cirurgia, maior do que o esperado normalmente. Contudo, notam-se lacunas metodológicas importantes, bem como a ausência de análise estatística adequada.

Já Ramírez et al. (1999), procuraram comparar o potencial evocado visual entre dois grupos de crianças da mesma idade, sendo o primeiro formado por seis participantes com HCF congênita e sete com HPIV, enquanto o segundo era composto por doze sujeitos sem intercorrências neurológicas. Não se observou diferença estatística entre os grupos, apesar de diminuição nos tempos de N1, P1 e N2 em recém-nascidos com HCF. Essa diminuição contraria o esperado aumento no tempo de latência, uma possível explicação seria que os pacientes estudados teriam vias ópticas menores, por se tratar de crianças mais novas que as estudadas anteriormente.

O potencial evocado auditivo de tronco cerebral (BERA) foi utilizado por Kraus et al. (1984) para comparar 40 pacientes com HCF já derivados, dos quais vinte e dois eram menores de três anos; nove tinham entre três e onze anos e dois estavam em idade adulta. Foi observado que 88% dos exames apresentavam resultados alterados, sendo notada que a ausência de

atividade BERA e latência I-V I prolongada se relacionaram a HCF comunicante ($P < 0,001$). Foram repetidos posteriormente em nove pacientes, dos quais quatro apresentaram melhora nos exames, embora um tenha apresentado piora.

Mcpherson, Amlie e Foltz (1985), avaliaram quinze lactentes de 32 a 43 semanas, pré e pós derivação ventricular, e obtiveram resultados de melhora no exame de BERA, sugerindo que poderia ser utilizado para seguir pacientes com derivação ($p < 0,001$ na latência da onda I e nos níveis de audição). Crianças mais novas apresentaram melhoras mais significativas no BERA após a derivação, assim como menos tempos de HCF e menos lesão em substância branca. Pacientes com pressão ventricular maior que 100 mm de LCR apresentaram melhora menos significativa que os com PIC menor que 100 mm de LCR.

Em estudo desenvolvido por Vries et al. (1990), foram realizadas aferições de potencial somatossensitivo em nove crianças com HCF pré e pós derivação ventricular, avaliando também a pressão ventricular durante a cirurgia. Apesar de apresentar limitações quanto ao tamanho da amostra e análise estatística não detalhada, as crianças apresentaram aumento da latência de N1 e seis delas apresentaram aumento da amplitude de N1 após derivação ventricular, alteração mais pronunciados do que o esperado normalmente pela maturação cerebral, apontando indícios da utilidade do exame para diagnóstico e seguimento de HCF.

2.2.4 Método de ultrassonografia

Técnicas em US também foram utilizadas em alguns dos estudos analisados. Kuchiwaki et al. (1992), procuram utilizar o US para avaliar a curva de PIC, filtrando ecos da pele e osso e avaliando a uma onda pulsátil atribuída à PIC. Para isso, foram avaliados quatro adultos saudáveis e quatro pacientes potencialmente com sinais de HIC, dentre eles uma criança de 16 anos com neoplasia frontal. Tais pacientes apresentavam diminuição da amplitude da onda gerada quando mudavam de posição de supino para sentado, sugerindo diminuição da PIC. Também foi notada diminuição na amplitude da onda quando, em pacientes com válvula, ocorria a ativação deste dispositivo por pressão, sugerindo diminuição da PIC. Contudo, o estudo apresenta como limitação importante a ausência de resultados numéricos para determinação do valor de PIC, bem como a falta de análise estatística mais detalhada.

Lam, Drake e Cobbold (1999), criaram um mecanismo para produzir, com auxílio de US, microbolhas no LCR que poderiam ser reconhecidas com um transdutor e, desta forma, avaliar o fluxo de LCR por *Doppler*. O sistema permitiu a detecção de fluxos de até 0,6mm/s (3ml/h), compatível com fluxo mínimo de um sistema de derivação convencional. Em um teste

em vivo com quatro pacientes (idades entre 4 meses e 9 anos) com derivação ventricular externas e doze medidas, foi possível perceber a formação de bolhas em dez situações. Este método mostrou-se promissor para avaliar o funcionamento de derivações ventriculares pela avaliação direta do fluxo de LCR.

No estudo de Leliefeld et al. (2009), foi avaliado um novo índice para US *Doppler* em paciente com HCF: o tempo transistólico, calculado a partir da curva de pulso arterial da artéria cerebral média ou cerebral anterior. Para isso, vinte e quatro crianças menores de 1 ano com diagnóstico de HCF foram avaliadas antes e após cirurgia, sendo dezoito delas submetidas a derivações ventriculares e seis à TVE. Os valores foram aferidos no dia anterior à realização do procedimento e de três a seis meses após, realizou-se também a aferição da pressão fontanelar (Rotterdam). Os resultados mostraram que ao mesmo tempo que a PIC fontanelar reduziu, o tempo transistólico aumentou ($p < 0.005$) e o índice de pulsatilidade caiu ($p < 0,05$), assim como o índice de resistência ($p < 0.05$). Estes dados sugerem potencialidades do uso do tempo transistólico para a avaliação de HCF.

Chambers et al. (2005), analisaram a curva do volume sanguíneo intracraniano calculado com ultrassom *Doppler* e verificaram que este se assemelha muito a curva da PIC obtida com métodos invasivos. Foram avaliados quarenta pacientes com ventriculomegalia, com idades variando de 7 a 80 anos (mediana de 46 anos). Em dez sujeitos foram realizadas aferições antes e após derivação ventricular, com aumento de P1, diminuição de P2 e P3 estatisticamente considerável ($p < 0,05$), mostrando a importância das ondas P1, P2 e P3.

Mcauley, Paterson e Sweeney (2009), utilizaram a US para avaliar a espessura da bainha do nervo óptico em paciente com HCF. O estudo foi desenvolvido com base nos resultados de 331 exames realizados em 160 crianças com derivações em seguimento ambulatorial (74 com MMC), sendo que trinta e três delas ficaram sintomáticas durante o seguimento. Pacientes com medidas pré e pós-descompensação de HCF mostraram aumento do diâmetro da bainha do nervo óptico estatisticamente significativo, sendo considerados como seus próprios controles ($p = 0,014$ para olho esquerdo e $p = 0,003$ para olho direito). Tendo em vista a necessidade de múltiplas aferições e, consequentemente, o estabelecimento de parâmetros individuais para identificação e avaliação de HCF, este método pode ser importante para o seguimento de paciente com derivações.

2.2.5 Método de termografia

Termografia por infravermelho é o registro do calor emitido pelo corpo através de câmeras sensíveis ao infravermelho. O infravermelho é uma radiação não ionizante do espectro eletromagnético, não visível ao olho humano. Caldarelli et al. (1981) mostraram os resultados de uma técnica para acessar o funcionamento de derivações baseada na transferência térmica pelo cateter. Em seu estudo, realizado entre os anos de 1979 e 1980, examinaram sessenta e duas crianças entre um mês e 14 anos, alocadas em dois grupos: *grupo 1* – oito pacientes com derivação mau funcionante; *grupo 2* – com cinquenta e quatro crianças com derivação funcionante. O trabalho aponta para ausência de fluxo em todos os pacientes do grupo 1, presença de fluxo em 37 pacientes do grupo 2, enquanto dez apresentaram imagens duvidosas e sete apresentaram ausência de fluxo. Dentre os pacientes com ausência de fluxo, 2 foram reoperados a pedido da família e a derivação estava funcionando. Ainda que este seja um método aplicável, há uma limitação importante no que diz respeito à ocorrência de um número expressivo de resultados falsos negativos.

Madsen et al.(2011), desenvolveram um dispositivo denominado “*Shunt Check*” para avaliar a potência de derivações ventriculares. Tal dispositivo avalia a passagem de LCR pelo cateter subcutâneo após resfriamento com gelo sobre a pele. Foram testados 48 pacientes com suspeita de disfunção da derivação e 52 sem suspeita (sem referência à idade dos sujeitos). Alguns dos pacientes operados devido à suspeita de mau funcionamento foram submetidos ao teste nos dias após a cirurgia. Nos casos que foram para cirurgia, foi encontrada uma sensibilidade para detectar fluxo de 80% e especificidade de 100% ($p=0,007$). O aparelho detectou ausência de fluxo em pacientes que clinicamente não precisavam de cirurgia e pacientes com fluxo que tiveram que operar. A possível explicação é que alguns pacientes apresentam fluxo intermitente e em alguns a derivação é mais funcionante. Dessa forma, este estudo mostra um método não invasivo interessante que não prediz a necessidade de cirurgia, mas a funcionalidade da derivação.

2.2.6 Método de oftalmodinamometria

A oftalmodinamometria é a medida da pressão da artéria e veia oftálmica por meio da aplicação de uma pressão conhecida sobre o globo ocular. A medida da pressão venosa ocular por oftalmodinamometria e sua relação com PIC foi estudada em três trabalhos.

Firsching et al. (2000), procuraram estabelecer uma relação entre a pressão venosa da retina (PVR) e a PIC. Para isso, compararam a PIC de pacientes aferida invasivamente com a PVR de vinte e dois pacientes (idades entre 12 e 86 anos), sendo que destes quatorze apresentavam HCF, excluindo do estudo pacientes com papiledema. Observou-se uma correlação significativa ($p < 0,001$), inclusive com relação linear ($PIC = 0,903 \times PVR - 8,87$).

Em 2011, um outro estudo foi realizado pelos mesmos autores, com desenho prospectivo e abrangendo um número maior de indivíduos ($N=102$), com idades entre 11 e 90 anos, que estavam monitorizando a PIC (54 com HCF, incluindo crianças). Realizou-se a medida da PVR e a correlacionou com a PIC, excluindo-se os pacientes que apresentavam papiledema. Os resultados evidenciaram uma associação significativa entre PVR e PIC ($p < 0,001$). Uma relação importante foi observada: quando a pressão venosa de abertura (VOP) aumenta para valores maiores que 30mmHg, a PIC atinge mais que 15mmHg (valor preditivo positivo de 84,2% (IC 60,4%–96,6%)) e quando VOP é menor ou igual a 30mmHg, a PIC tende a ser menor ou igual a 15mmHg (valor preditivo negativo de 92,8%; IC 84,9%–97,3%). Houve 6 falsos negativos e 3 falsos positivos (FIRSCHING et al., 2000).

Motschmann et al. (2001), estudaram 31 pacientes com elevações da PIC de várias etiologias. Estes sujeitos com idades entre 12 e 86 anos (média 53,4 anos), tiveram seus parâmetros avaliados e registradas continuamente por 24 horas, no mínimo. Foi obtida uma relação linear de 0,968 entre VOP e PIC. Medidas de $VOP > 30\text{mmHg}$ também estão associadas a $PIC > 15\text{mmHg}$. Portanto, a oftalmodinamometria está relacionada a PIC e podemos acessar os pacientes com HIC através deste método.

2.2.7 Método de Timpanometria

Timpanometria é um exame utilizado para avaliar o ouvido médio no qual após um estímulo sonoro, o reflexo estapédio ou acústico causam alterações no volume da pressão do ouvido externo, ocluído pelo aparelho. Se o aqueduto coclear estiver patente, a PIC é transmitida para perilinfa da cóclea e, desta maneira, desloca o estapédio e altera o reflexo acústico (estapédio). Altas pressões no compartimento liquórico deslocariam o estapédio lateralmente, permitindo uma maior amplitude de movimento medialmente e consequentemente uma maior movimentação timpânica medialmente, que pode ser aferida com a timpanometria.

Moss et al. (1989), utilizaram a timpanometria com reflexo estapédio para avaliar a PIC. Nesse sentido, foi realizado o exame em vários grupos de pacientes: 27 pacientes com espinha

bífida e derivação ventricular (idade média de 19 anos), 9 pacientes com espinha bífida sem derivação e sem HCF (idade média de 15 anos), 24 pacientes sem sinais clínicos de HIC (idade média de 47 anos), 20 pacientes que estavam sob aferição de PIC (idade média 31 anos) com valores altos e baixos, 12 pacientes que foram submetidos a derivação ventricular (idade média de 28 anos) devido à HCF. Ainda que os resultados necessitem de análise estatística mais detalhada, é possível perceber que os pacientes apresentaram melhora em deslocamento timpânico antes e após cirurgia para derivação (que passa a ser de negativo para positivo) e paciente monitorizados $PIC > 20 \text{ cmH}_2\text{O}$ apresentaram deslocamentos sugestivos de HIC (deslocamentos negativos). Pacientes com HCF e espinha bífida sem derivação apresentaram deslocamentos sugestivos de HIC.

Em 1990, Moss, Marchbanks e Burge avaliaram a timpanometria de dezoito pacientes (idade média de 15,5 anos), sendo que desses, quatorze apresentavam MMC. Todos tinham clínica de obstrução da derivação ventricular e foram submetidos a exames nos períodos pré e pós cirurgia para revisão de derivação. Foram avaliados 32 ouvidos, visto que em quatro havia bloqueio que inviabilizava o teste. Entre as testadas, foi notada mudança significativa entre os períodos pré e pós-operatório com diminuição e positivação do deslocamento timpânico, concluindo que este exame pode ser útil para diagnóstico de HCF e seguimento de pacientes com derivações.

Reid et al. (1989), avaliaram 50 pacientes, com idades entre 5 e 77 anos, dos quais 34 apresentavam HCF. Em dezessete deles foram comparados os valores de PIC invasivos e a timpanometria. Os resultados mostraram que pacientes com $PIC \geq 20 \text{ mmHg}$ tendiam a ter membrana timpânica exteriorizada, o contrário ocorria com $PIC < 20 \text{ mmHg}$. Outra análise do deslocamento médio da membrana mostrou que há diferença entre pacientes antes e após derivação ($p < 0,001$).

Samuel, Burge e Marchbanks (1998b), testaram a acurácia do deslocamento timpânico para avaliar mudanças de PIC em crianças com HCF, avaliando tanto aumento como diminuição. Para isso, foram testados oito indivíduos, com idades entre 10 e 17 anos, que apresentavam mau funcionamento de derivações. Esses pacientes apresentaram 31 episódios, momentos em que foi mensurada também a PIC diretamente por punção do reservatório das válvulas. Os resultados mostraram que o volume de deslocamento da membrana timpânica foi negativo em 11 medidas (-120nL até -539nL, média -263,5nL) confirmada por medida direta da PIC que nesses casos variou de 20 a 30 mmHg (média 26 mmHg). Dez medidas de deslocamento com PIC baixa variavam de +263 a +717nL (média de 431,3 nL) e a medida da PIC variou de 3 a 7 mm Hg (média de 4,2 mm Hg). Como ferramenta não invasiva para prever

mudanças de PIC, o deslocamento timpânico demonstrou uma sensibilidade de 83% e especificidade de 100%, com valor preditivo positivo de 100% e negativo de 29%.

Os mesmos autores conduziram um trabalho maior com 40 pacientes com HCF e derivações ventriculares. Para esses pacientes com idade média de 13,2 anos, foram realizadas avaliações em 61 episódios de mau funcionamento. Os resultados foram de deslocamento negativo em contração do estapédio para pressões intracranianas altas em vinte e sete episódios (-120nL a -506nL, média de -250nL), confirmadas por medidas diretas da PIC (23 a 40 mm Hg (média de 29mmHg). O deslocamento em trinta episódios de baixa PIC foi de +263nL a +810nL (média de +530nL) com PIC de 1 a 6 mmHg (média de 388 mmHg). Pacientes apresentaram valores normais assintomáticos de +58nL a +175nL (média de +115nL). A PIC invasiva de todos os pacientes foi medida no reservatório. O deslocamento timpânico demonstrou uma sensibilidade de 93% e especificidade de 100%, com valor preditivo positivo de 100% e valor preditivo negativo de 73%. Esse último trabalho mostra a aplicabilidade de um método pouco invasivo em seguir crianças com HCF ambulatoriamente avaliando o mau funcionamento de derivações, mesmo quando a clínica e exames radiológicos ainda são inespecíficos (SAMUEL; BURGE; MARCHBANKS, 1998a).

2.2.8 Outros métodos

A bioimpedância mede a resistência dos tecidos à passagem de uma corrente elétrica. O método da bioimpedância transencefálica foi utilizado inicialmente por Reigel et al. (1975). Para obtenção dos valores normais que aumentam com idade, utilizou-se a fórmula: impedância transcraniana = 35+idade em meses x 4. Os autores realizaram a mensuração de impedância encefálica em 25 crianças normais de 0 a 18 meses; e em 30 crianças com MMC (sem idade especificada) das quais 26 desenvolveram HCF e apresentaram queda nos valores se comparadas às crianças normais (4 crianças que não desenvolveram apresentaram valores semelhantes às normais). Ainda que nenhum tratamento estatístico tenha sido apresentado, o estudo sugere que a bioimpedância encefálica aumenta durante o primeiro ano e qualquer queda pode significar HCF.

Sariego et al. (2004), procuraram avaliar se as emissões otoacústicas têm importância para estudo de HCF, para isso estudou nove pacientes com idade entre 3 meses e 15 anos com diagnóstico de HCF e onze pacientes de idades similares formando o grupo controle. Foram realizadas aferições pré e pós cirúrgica em ambos os grupos (grupo controle não sofreu

intervenção), apesar da diminuição da média em decibéis, não houve significância estatística no grupo pré e pós cirurgia, talvez pela limitação no tamanho da amostra.

Mani e Townsend (1964), buscaram avaliar a existência de padrões de eletroencefalograma para pacientes com HIC e HCF. Para isso foram selecionados quatorze pacientes de um hospital britânico entre 1949 e 1961, incluindo crianças e adultos que apresentavam papiledema ou pressão de abertura de LCR alta. Estes apresentavam ventrilografias praticamente normais, sem neoplasias ou alterações anatômicas. Os seus dados foram comparados aos de 31 pacientes com HCF obstrutiva. O trabalho mostrou que pacientes com HCF obstrutiva e HIC benigna apresentam o mesmo padrão de EEG com surtos de atividade elétrica inespecíficos, não sendo possível diferenciar os 2 grupos.

2.3 Conclusão da Revisão

A presente revisão permitiu concluir que o desenvolvimento de métodos minimamente invasivos, ou mesmo não invasivos para acessar a PIC, vem despertando o interesse dos pesquisadores desde meados da década de 1960. Mesmo assim, há escassez de métodos pouco invasivos, de baixo custo, acessíveis e que possam ser empregados na prática clínica. Desta maneira, corrobora com a necessidade de desenvolvimento de um método que atenda às demandas, justificando a importância do presente trabalho.

3. OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos Gerais

Verificar a aplicabilidade do método não invasivo para aferição da pressão intracraniana em indivíduos com idade inferior a 18 anos com diagnóstico de hidrocefalia

3.2 Objetivos Específicos

- 1- Avaliar o comportamento da curva de PICNI de forma prospectiva em pacientes portadores de HCF e em indivíduos normais;
- 2- Estabelecer variações no ângulo de inclinação de P1, e relação P2/P1 que possam indicar HIC;

4. CASUÍSTICA E MÉTODOS

4. CASUÍSTICA E MÉTODOS

4.1 Casuística

Estudo descritivo-analítico, prospectivo, não experimental.

Os sujeitos do estudo foram indivíduos com idade inferior a 18 anos, portadores de HCF (grupo de interesse). A variável independente foi a presença de HCF diagnosticada pelos métodos convencionais, e as variáveis dependentes foram o ângulo de inclinação de P1 e relação P2/P1.

O grupo controle foi composto por 28 crianças sem antecedentes ou queixas neurológicas em acompanhamento regular em puericultura.

Para a seleção dos participantes, adotaram-se os seguintes critérios de inclusão:

- Idade inferior a 18 anos;
- Pacientes portadores de HCF em acompanhamento no ambulatório de neurocirurgia pediátrica do HCRP (Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto);
- Crianças sem antecedentes ou queixas neurológicas seguidas em serviço de Puericultura da cidade de Araraquara-SP;
- Assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) por um responsável legal (Apêndice C-F).

Critérios de exclusão:

- Indicação de tratamento cirúrgico imediato pela equipe da neurocirurgia após exames de admissão (emergência);
- Infecção e choque circulatório.

Os sujeitos do estudo foram divididos em quatro grupos; grupo A: HCF compensada clinicamente; grupo B: pacientes com HCF tratada e sem sinais clínicos sugestivos de HIC; grupo C: pacientes HCF aguda e HIC; grupo D: crianças normais em seguimento rotina em puericultura. O acompanhamento dos pacientes dos grupos de A até C foi realizado no ambulatório do HC-RP.

Os indivíduos dos grupos A até C foram recrutados durante consulta ambulatorial no HCRP ou durante internação no mesmo hospital, após autorização dos responsáveis legais, não

interferindo nas rotinas ambulatoriais e hospitalares. Os indivíduos do grupo C foram avaliados em Unidade Básica de Saúde (UBS) de Araraquara (Unidade de Saúde da Família parque Laranjeiras – Dr. Wilson Antunes Pereira), pertencente à mesma Rede Regional de atenção à Saúde (RRAS 13). As crianças e familiares foram convidados a participarem deste estudo, após consulta rotina em puericultura, não interferindo com a rotina de atendimento da unidade ou nos cuidados com a criança.

Todos os pacientes foram submetidos à monitorização não invasiva da PIC após o consentimento informado dos familiares com assinatura de impresso próprio (Apêndice C-F).

O registro da monitorização não invasiva da PIC foi iniciado pela a equipe médica (o computador gerou um gráfico tempo x voltagem, não interpretável sem a adequada filtragem matemática).

O *hardware* necessário para a monitorização foi gentilmente cedido pelo IFSC-USP para realização da monitorização, realizadas pessoalmente pelo pesquisador.

As análises foram efetuadas pelo Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, campus de São Carlos, por pesquisadores envolvidos em projetos com aferição de PICMI e PICNI. Os dados eram enviados de maneira cega através de um código de 6 números gerados aleatoriamente pelo Microsoft Excel 2013®.

Foram monitorizados 57 pacientes entre 2014 e 2016, porém, devido a dificuldades técnicas com *hardware* e *software*, até maio de 2016, foram incluídos 28 pacientes com registros satisfatórios. Dentre esses, dois foram enquadrados no grupo A, 21 no grupo B, e 5 no grupo C. O grupo D, controle foi constituído de 28 crianças (Figura 12).

Figura 12- Fluxograma de obtenção dos dados e divisão dos grupos.

4.2 Métodos

O sensor extracraniano de deformação, desenvolvido e patenteado pelo IFSC-USP (MASCARENHAS; VILELA, 2012), é constituído por um extensômetro elétrico de resistência, comumente chamado *strain gauge*, sobre a qual está fixada uma resistência. Este sensor é capaz de detectar pequenas variações de dimensões do crânio, resultantes das alterações de pressão sofridas em seu interior. Esse sensor é conectado por fios a um computador que gera uma curva, exibindo em tempo real a onda da PIC e também informa a qualidade do sinal adquirido, além de gravar os dados para análise posterior (Figura 13Figura).

Figura 13- Infográfico mostrando a monitorização não invasiva.
Fonte: Zorzetto (2014)

A instalação do sensor extracraniano foi realizada pelo próprio pesquisador e consiste no simples acoplamento sobre o couro cabeludo, com ajuda de faixa elástica, em região frontotemporal esquerda, sem a necessidade de qualquer preparo ou tricotomia. Com o paciente em decúbito horizontal, foi iniciado o exame, que consiste no registro por pelo menos 3 minutos da curva de PICNI nesta posição (Figura 14).

Para o registro da curva PIC, foi utilizado o *hardware Braincare® 2.0* com *software* próprio (*Braincare® 2014.02*) de aquisição para digitalização dos registros obtidos por deformação (no micro sensor extracraniano proposto).

Realizou-se uma aferição após a inclusão no estudo, imediatamente antes do tratamento cirúrgico (DVP ou TVE) e 1 dia após. Nova aferição seria realizada se houvesse mau funcionamento da derivação, imediatamente antes de procedimento cirúrgico e 1 dia após. Os pacientes foram acompanhados em regime ambulatorial, com exceção do grupo controle. Os dados obtidos foram codificados com uma sequência aleatória de 6 números gerados por uma

planilha do Microsoft Excel® 2013 e então encaminhados para o IFSC-USP para análise cega dos dados.

O *hardware* utilizado foi desenvolvido pela *Braincare®*, assim como o software para aquisição, filtragem e interpretação adequada dos registros da PICNI.

A

B

Figura 14- A - Dispositivo para aferição da PIC não invasivo (PICNI) desenvolvido IFSC-USP, fixado ao crânio com auxílio de faixa elástica, sem lesão ou desconforto à criança B - Aspecto observado da onda de PIC em tempo real (seta vermelha contínua) e da qualidade do sinal obtido (seta vermelha pontilhada), a linha de monitorização contínua indica estabilidade do sinal e ausência de artefatos de movimentação.

Fonte: Arquivo pessoal.

5. ANÁLISE DE DADOS

5. ANÁLISE DE DADOS

As aferições da PIC foram obtidas com valores em milivolts (mV) que, após o registro, passaram por filtragem matemática com frequência de corte de 5Hz (Filtro de Fourier do tipo passa baixa de 5Hz) e possibilitou a geração de imagem gráfica pertinente. As medidas selecionadas e as curvas de registro da PIC foram analisadas com os *software* Freemath® 4 e Origin Pro® 8.

A análise estatística foi realizada de maneira imparcial e independente pela empresa ABG, consultoria estatística (www.abgconsultoria.com.br). O software utilizado em todas as análises foi o R (versão 3.1.3).

A análise dos dados foi realizada em duas etapas: 1) Análise dos grupos A, B e D e grupo C antes de abordagem cirúrgica; 2) Comparação dos pacientes do grupo C antes e após a cirurgia. Na primeira etapa, analisaram-se 56 indivíduos em relação as variáveis “sexo”, “idade”, “P2/P1”, “classificação P1 e P2”, “inclinação de P1”, “cirurgias realizadas para HCF”, “revisões cirúrgicas das derivações”, “diagnóstico”, “sintomas” e “infecção”. Nesta etapa foram realizadas a análise descritiva geral, a comparação dos grupos e a regressão logística. Na segunda etapa buscou-se comparar os pacientes do grupo C antes e depois da cirurgia através das variáveis numéricas “P2/P1” e “inclinação de P1” e categórica “classificação P1 e P2”.

Na descrição das variáveis qualitativas foram utilizadas as frequências absolutas e relativas, enquanto na descrição das variáveis quantitativas foram utilizadas medidas centrais, de posição e dispersão.

Na comparação dos grupos em relação as variáveis “P2/P1” e “inclinação de P1” foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, sendo que nos casos em que houve diferença entre os grupos utilizou-se o teste de Nemenyi para as comparações múltiplas. Já na comparação dos grupos em relação a “classificação de P1 e P2” (variável categórica com 2 possibilidades: P1>P2 ou P2>P1) foi utilizado o teste Exato de Fisher.

Para avaliar o impacto das variáveis “classificação P1 e P2”, “P2/P1” e “inclinação” sobre a predição da HIC, utilizou-se regressão logística. A adequabilidade do modelo baseou-se nas medidas de acurácia, sensibilidade, especificidade, área sobre a curva ROC (AUC), R^2 de Nagelkerke e teste de Hosmer-Lemeshow.

Para comparar a “classificação P1 e P2” com a ocorrência de HIC, utilizou-se o teste Exato de Fisher. Além disso, para avaliar a capacidade preditiva da “classificação P1 e P2” sobre a HIC, utilizaram-se medidas de acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e área sobre a curva ROC (AUC).

A fim de comparar as variáveis de interesse em relação aos momentos antes e depois da cirurgia no grupo C, utilizou-se o teste de Mann-Whitney para as variáveis “P2/P1” e “inclinação”, enquanto o teste de McNemar foi utilizado para comparar a “classificação P1 e P2”.

Considerou-se significativo um valor de $p < 0,05$.

6. RESULTADOS

6. RESULTADOS

6.1 Análise Descritiva

A Tabela 1 apresenta a descrição geral das variáveis qualitativas. Portanto, pode-se destacar que:

- A proporção entre os sexos masculino e feminino foi igual;
- 92,86% dos indivíduos apresentaram P1 maior que P2

Tabela 1- Descrição geral das variáveis qualitativas.

Variáveis		N	%
Sexo	Feminino	28	50,00%
	Masculino	28	50,00%
Classificação P1 e P2	P1>P2	52	92,86%
	P2>P1	4	7,14%

A descrição das variáveis quantitativas é apresentada na Tabela 2. Dessa forma, tem-se que:

- A idade média foi de 7,88 anos com desvio padrão de 4,95 anos;
- A média da razão P2/P1 foi de 0,75, sendo o valor mínimo igual a 0,43 e o máximo 1,06;
- O grau médio de inclinação de P1 foi igual a 63,31 graus, sendo que o valor mínimo foi igual a 23,00 graus e o máximo 90,00 graus;
- O número médio de cirurgias realizado por paciente foi de 1,89, enquanto a mediana foi igual a 1.

Tabela 2 - Descrição geral das variáveis quantitativas

Variáveis	Média	D.P.	Mín.	1Q	2Q	3Q	Máx.
Idade	7,72	5,01	0,17	3,57	6,95	11,61	17,17
P2/P1	0,75	0,13	0,43	0,67	0,75	0,83	1,06
Inclinação P1 (graus)	63,31	12,94	23,00	56,24	63,72	72,50	89,99
Cirurgias	1,89	1,45	0,00	1,00	1,00	3,00	6,00

A Tabela 3 apresenta a descrição geral de algumas variáveis caracterizadoras. Logo, pode-se ressaltar que:

- 52,00% dos indivíduos não fizeram revisões ou reoperações;
- O diagnóstico mais frequente foi HCF congênita não especificada (21,43%) e MMC (17,86%);
- 46,43% apresentaram como sinal/sintoma para diagnóstico de HCF aumento PC;

Tabela 3 - Descrição geral de variáveis caracterizadoras

	Variáveis	N	%
Revisões	1	4	14,28
	2	6	21,42
	5	1	3,57
	Não	17	60,69
HCF Congênita (81,46%)	Hidrocefalia congênita n/e	6	21,43%
	MMC	5	17,86%
	Hemorragia da prematuridade	3	10,71%
	Esquizencefalia	2	7,14%
	Síndrome de Dandy Walker	1	3,57%
	Síndrome de Arnold Chiari 1	1	3,57%
	Cisto aracnoide	1	3,57%
	Prematuridade	1	3,57%
	Cisto dermoide fossa posterior	1	3,57%
	Seio dérmico cerebelar	1	3,57%
HCF Adquirida (22,21%)	Hidrocefalia comunicante n/e	2	7,14%
	Estenose de aqueduto	1	3,57%
	Glioma vias ópticas	1	3,57%
	HIC idiopática	1	3,57%
	Neoplasia do terceiro ventrículo	1	3,57%
Sinais/Sintomas	Aumento PC	13	46,43%
	Cefaleia	5	17,86%
	Retardo no desenvolvimento	2	7,14%
	Sonolência	2	7,14%
	Vômitos	2	7,14%
	Outros	15	53,57%

6.1.1 Grupo A

Indivíduos com diagnóstico de dilatação ventricular, porém apresentavam-se estáveis clinicamente sem intervenções cirúrgica ou medicamentosa. Apenas dois pacientes foram incluídos neste grupo, com média de idade de 6,91 anos (2 anos e 4 meses – 11 anos 4 meses), todos os pacientes do sexo feminino, relação média de P2/P1 de 0,79 (0,63-0,94) e inclinação média de P1 de 60,94 graus (46,19-75,69).

6.1.2 Grupo B

O grupo B foi composto por pacientes com diagnóstico prévio de HCF em acompanhamento no ambulatório de neurocirurgia pediátrica do HCRP, sem sinais ou sintomas de mau funcionamento das derivações ventriculares ou TVE. Foram incluídos 21 pacientes neste grupo. A média de idade foi de 6,22 anos (7 dias-17 anos); 47,6% eram indivíduos do sexo feminino e 52,4% do sexo masculino, relação média de P2/P1 de 0,73 (0,43-0,91) e inclinação média de P1 de 55,73 graus (23,00-86,59).

6.1.3 Grupo C

O grupo C foi composto por 5 pacientes com sintomas de HCF aguda com HIC e mau funcionamento das derivações, com HIC, e acompanhados no ambulatório de neurocirurgia pediátrica do HCRP, onde foi realizada uma aferição antes da cirurgia para tratamento da HCF e 1 dia após, quando o paciente apresentava-se sem sintomas/sinais sugestivos de HIC ou disfunção de sua derivação. O diagnóstico de HIC foi inferido após observação de sinais e sintomas clínicos, além das informações obtidas na descrição cirúrgica. Este grupo apresenta média de idade de 5,87 anos (3 meses -13 anos), 20% indivíduos eram do sexo feminino e 80% do sexo masculino, relação média de P2/P1 de 0,98 (0,74-1,06) (pré-tratamento), inclinação média de P1 foi de 64,01 graus (47,97-74,14).

6.1.4 Grupo D

Este grupo consistiu de 28 pacientes em acompanhamento regular de puericultura em Unidade Básica de Saúde de Araraquara (Unidade de Saúde da Família parque Laranjeiras – Dr. Wilson Antunes Pereira). Apresentava média de idade de 9,25 anos (4 meses-17 anos), 53,3% eram indivíduos do sexo feminino e 46,7% do sexo masculino, relação média de P2/P1 de 0,73 (0,52-0,94), inclinação média de P1 foi de 69,02 graus (51,03-89,99).

6.2 Comparação entre os grupos

A Tabela 4 apresenta a comparação entre os grupos em relação ao “sexo” e a “classificação de P1 e P2”. Dessa forma, pode-se destacar que:

- Os grupos foram homogêneos em relação ao “sexo” ($p=0,334$), sendo que o grupo A era formado apenas por indivíduos do sexo feminino, enquanto a maioria dos pacientes dos grupos B e C eram do sexo masculino. Já no grupo D, a maioria dos indivíduos eram do sexo feminino;
- Os grupos não foram homogêneos em relação a “classificação de P1 e P2” ($p<0.0001$), conforme pode ser visto no Gráfico 1. Nos grupos A, B e D todos os indivíduos apresentaram valores de P1 maiores que de P2, enquanto no grupo C, a maioria dos pacientes apresentaram valores de P2 superiores aos de P1.

Tabela 4 - Comparação do “sexo” e da “classificação de P1 e P2” entre os grupos

Variáveis		Grupo				Valor-p ¹
		A (n=2)	B (n=21)	C (n=5)	D (n=28)	
Sexo	Feminino	100,00%	47,60%	20,00%	53,30%	0,334
	Masculino	0,00%	52,40%	80,00%	46,70%	
Classificação P1 e P2	P1>P2	100,00%	100,00%	20,00%	100,00%	< 0.0001
	P2>P1	0,00%	0,00%	80,00%	0,00%	

¹ Teste Exato de Fisher.

Gráfico 1 - Comparação da “classificação P1 e P2” entre os grupos

A Tabela 5 apresenta a comparação dos grupos em relação a “idade”, “P2/P1” e “inclinação”. Logo, pode-se concluir que:

- Os grupos foram homogêneos em relação à “idade” ($p=0,060$), sendo que o grupo D apresentou a maior idade média (9,25), enquanto o grupo C foi o que apresentou a menor idade média (5,87);
- Os grupos não foram homogêneos em relação à “P2/P1” ($p=0,037$), sendo que ocorreu diferença significativa, de acordo com o teste de Nemenyi, entre os grupos B e C ($p=0,028$) e os grupos C e D ($p=0,027$), conforme ilustrado no Gráfico 2. O grupo C foi o que apresentou o maior valor médio de P2/P1 (0,98), enquanto os grupos B e D apresentaram as menores médias (0,73);
- Os grupos não foram homogêneos em relação à “inclinação” ($p=0,004$), sendo que houve diferença significativa, conforme o teste de Nemenyi, somente entre os grupos B e D ($p=0,001$), conforme pode ser visto no Gráfico 3. O grupo D foi o grupo com maior média de inclinação (69,02) enquanto o grupo B foi o que apresentou a menor inclinação média (55,73).

Tabela 5 - Comparação da “idade”, “P2/P1” e “inclinação” entre os grupos

Variáveis	Grupo	Média	D.P.	Mín.	1º Q	2º Q	3º Q	Máx.	Valor-p ¹
Idade	A	6,91	6,37	2,40	2,40	6,91	11,41	11,41	0,078
	B	6,22	5,27	0,03	1,84	4,73	9,48	17,17	
	C	5,87	5,69	0,17	1,18	3,48	11,76	13,82	
	D	9,23	4,42	0,42	5,42	9,16	12,77	17,10	
P2/P1	A	0,79	0,22	0,63	0,63	0,79	0,94	0,94	0,037
	B	0,73	0,11	0,43	0,67	0,74	0,80	0,91	
	C	0,98	0,14	0,74	1,02	1,03	1,05	1,06	
	D	0,73	0,12	0,52	0,67	0,75	0,83	0,94	
Inclinação	A	60,94	20,86	46,19	46,19	60,94	75,69	75,69	0,004
	B	55,73	13,86	23,00	50,06	58,57	62,97	86,59	
	C	64,01	10,49	47,97	56,86	67,62	72,57	74,14	
	D	69,02	9,37	51,03	63,19	70,18	75,86	89,99	

¹ Teste Kruskal-Wallis.

Gráfico 2 - Comparação dos grupos em relação a P2/P1

Barras de erro comparando a relação P2/P1 dos grupos, nota-se que ao compararmos o grupo B com C, estes se diferem estatisticamente ($p=0,028$) o mesmo ocorre entre C e D ($p=0,27$).

Gráfico 3- Comparação dos grupos em relação a “inclinação de P1”
Barras de erro comparando inclinação de P1 dos grupos, nota-se que ao compararmos o grupo B e D, obtivemos significância estatística ($p=0,001$).

6.3 Predição para HIC

A Tabela 6 apresenta o modelo logístico em que as variáveis “P2/P1” e “inclinação” indicam a presença de HIC. Cabe ressaltar que não foi possível estimar o modelo com a variável “classificação P1 e P2”, uma vez que não existia nenhum indivíduo sem HIC que apresentasse P2 maior que P1. Dessa maneira, pode-se concluir que:

- A razão P2/P1 contribuiu de forma significativa na predição da HIC ($p=0,005$), sendo que a cada 0,1 unidades acrescidas à razão P2/P1, a chance de possuir HIC aumenta em 9,19 vezes;
- Não houve influência significativa da “inclinação” sobre HIC ($p=0,324$).

Tabela 6 - Modelos para predição da HIC a partir das variáveis “classificação P1 e P2”, “P2/P1” e “inclinação P1”

Modelo	Variáveis	β	E.P.(β)	O.R.	I.C. - 95%	Valor-p
	Intercepto	-17,86	6,37	-	-	0,005
P2/P1	Inclinação	-0,06	0,06	0,95	[0,85; 1,06]	0,324
	P2/P1 (0,1 unidades)	2,22	0,79	9,19	[1,95; 43,23]	0,005

As medidas de qualidade do ajuste do modelo são apresentadas na Tabela 7 e, além disso, o apresenta a curva ROC. Portanto, pode-se ressaltar que:

- O modelo apresentou sensibilidade igual a 80,00% e especificidade igual a 100,00%;
- A acurácia do modelo foi de 98,21%;
- O modelo apresentou área sobre a curva ROC igual a 0,90, conforme pode ser visto no Gráfico 4;
- O modelo com as variáveis “P2/P1” e “inclinação” foi capaz de explicar 63,04% da ocorrência de HIC;
- O teste de Hosmer-Lemeshow indicou que o modelo não apresentou um bom ajuste ($p=0,001$).

Tabela 7 - Medidas da qualidade dos ajustes dos modelos

Qualidade do Ajuste	P2/P1
Sensibilidade	80,00%
Especificidade	100,00%
Acurácia	98,21%
Área sobre a curva ROC	0,90
R ² (Nagelkerke)	63,04%
Hosmer-Lemeshow (Valor-p)	0,001

Gráfico 4 - Curva ROC para o modelo com as variáveis “P2/P1”

A Tabela 8 apresenta a comparação da “classificação P1 e P2” com a ocorrência de HIC. Dessa forma, pode-se concluir que:

- Houve associação significativa entre a ocorrência de HIC e a “classificação P1 e P2” ($p < 0,001$), sendo que todos os indivíduos com P2 maior que P1 apresentaram HIC.

Tabela 8 - Relação entre a “classificação P1 e P2” e a ocorrência de HIC

Classificação P1 e P2	HIC		Valor- p ¹
	Não	Sim	
P1>P2	51 (98,10%)	1 (1,90%)	0,00001
P2>P1	0 (0,00%)	4 (100,00%)	

¹ Teste Exato de Fisher.

A Tabela 9 apresenta as medidas de acurácia da “classificação P1 e P2” predizendo a HIC. Portanto, pode-se destacar que:

- A sensibilidade foi igual a 80,00%, enquanto a especificidade foi de 100,00%;
- A “classificação P1 e P2” apresentou uma acurácia de 98,21% na detecção da HCF;
- O valor preditivo positivo (VPP) foi de 100,00%, enquanto o valor preditivo negativo (VPN) foi de 98,08%;

A área sobre a curva ROC da “classificação P1 e P2” indicando a HIC foi de 0,99, conforme apresentado no Gráfico 5.

Tabela 9 - Medidas de acurácia da “classificação P1 e P2” predizendo HIC

Medidas de Acurácia	Classificação P1 e P2
Sensibilidade	80,00%
Especificidade	100,00%
Acurácia	98,21%
VPP	100,00%
VPN	98,08%
Área sobre a curva ROC	0,99

Gráfico 5 - Curva ROC da “classificação P1 e P2” predizendo HIC

6.4 Comparação grupo C antes e depois da intervenção cirúrgica

A Tabela 10 apresenta a comparação das variáveis “P2/P1” e “inclinação de P1” entre o antes e o depois da cirurgia. Dessa forma, conclui-se que:

- Os valores de “P2/P1” se diferenciaram, significativamente, entre o antes e o depois da cirurgia ($p=0,022$), sendo que o valor médio de “P2/P1” antes (0,98) foi maior que o valor médio depois (0,64);
- A “inclinação” não se diferenciou significativamente entre o antes e o depois da cirurgia ($p=1,000$), sendo a inclinação média antes da cirurgia igual a 64,10 e depois igual a 64,56.

Tabela 10 - Comparação de “P2/P1” e da “inclinação” antes e depois da cirurgia

Variável	Grupo	Média	E.P.	Q1	Q2	Q3	Valor-p ¹
P2/P1	Antes	0,98	0,06	1,02	1,03	1,05	0,022
	Depois	0,64	0,10	0,47	0,66	0,71	
Inclinação	Antes	64,10	4,69	59,74	67,62	71,01	1,000
	Depois	64,56	4,81	57,80	66,27	68,00	

¹ Teste de Mann Whitney.

A comparação da “classificação de P1 e P2” entre o antes e o depois da cirurgia é apresentada na Tabela 11. Portanto, pode-se destacar que:

- Não houve diferença entre a “classificação de P1 e P2” antes e depois da cirurgia ($p=0,134$), sendo que, antes da cirurgia, 80,00% dos indivíduos apresentaram P2 maior que P1, enquanto que, depois da cirurgia, todos os indivíduos apresentaram P1 maior que P2.

•

Tabela 11 - Comparação da “classificação de P1 e P2” antes e depois da cirurgia

Classificação P1 e P2	Depois	P1>P2		P2>P1		Total		Valor-p ¹
		N	%	N	%	N	%	
Antes	P1>P2	1	20,00%	0	0,00%	1	20,00%	0,134
	P2>P1	4	80,00%	0	0,00%	4	80,00%	
Total		5	100,00%	0	0,00%	5	100,00%	

¹ Teste de McNemar.

7. DISCUSSÃO

7. DISCUSSÃO

O interesse na interpretação da curva da PIC iniciou-se na década de 1970 e 80, e posteriormente na década de 2000 com os trabalhos de Czosnyka (CZOSNYKA et al., 2002; BALESTRERI et al., 2004; CZOSNYKA et al., 2007; CZOSNYKA et al., 2008; KIM et al., 2009). Com os métodos atuais para monitorização da PIC de maneira invasiva, é possível acessar seu valor absoluto e, portanto, parâmetros de sua curva ficavam subutilizados na prática clínica. Buscou-se avaliar um método não invasivo que pudesse acessar a curva de PIC, embora sem acessar seu valor absoluto.

O presente estudo testou a aplicabilidade de um método novo para extrair dados da curva de PIC de maneira não invasiva, comparando crianças com HCF e HIC àquelas com HCF já operadas, com HCF compensada sem tratamento e com crianças sem alterações neurológicas diagnosticadas (grupo controle). Alguns dados mostraram-se úteis para a confirmação de HIC, como a “relação de P2/P1” e a “classificação P1 e P2”.

As etiologias mais frequentes observadas foram MMC e HCF congênita, o que é compatível com os dados estadunidenses (JENG et al., 2011). A maioria dos pacientes apresentava mais de uma abordagem cirúrgica para tratamento da HCF, possivelmente relacionada à alta complexidade atendida no HCRP (JUCÁ et al., 2002; ENGER et al., 2005), referência para uma grande região de saúde (RRAS 13). O sintoma principal no momento do diagnóstico foi o aumento do PC, mostrando que a maioria dos pacientes foi diagnosticada com idade precoce e, portanto, apresentavam fontanela ainda patente.

Em relação a “classificação de P1 e P2” do grupo C com os outros três grupos, este se mostrou diferente, com significância estatística ($p=0,00001$). Tal valor pode ser justificado pois não havia nenhum indivíduo que apresentava $P2>P1$ e não estava inserido no grupo C, ou seja, somente os pacientes com HCF e HIC apresentaram o valor de $P2>P1$. Em relação às variáveis quantitativas, os grupos não foram homogêneos em relação a “P2/P1” ($p=0,037$), com diferença significativa entre os grupos B e C ($p=0,028$), ou seja, o grupo com HIC (C) apresentou valores de P2/P1 maiores. O mesmo ocorreu ao se comparar os grupos C e D ($p=0,027$), com a relação numérica do grupo C maior que a do grupo D. Isso mostra que o grupo C pode ser diferenciado efetivamente dos outros grupos em relação à P2/P1, ou seja, esse método foi eficiente para diferenciar os grupos em relação à ocorrência de HIC.

Quando analisada a “inclinação de P1”, os grupos que se diferiram foram somente B e D ($p=0,001$), apontando indícios de que essa variável possa ser influenciada pelas alterações no

fluxo liquórico realizadas no tratamento de HCF. Em relação ao grupo A, as análises foram prejudicadas pelo baixo número de indivíduos.

Outros autores (CARDOSO; ROWAN; GALBRAITH, 1983; CONTANT et al., 1995), afirmaram que a elevação de P2 e mesmo o sobrepujamento de P2 em relação à P1 estava relacionada à perda da complacência cerebral, com o consequente aumento da PIC. Consensualmente, há consideração de que um valor limítrofe para essa relação seja de 0,8 (KIRKNESS et al., 2000; FAN et al., 2008). No presente estudo todos os grupos apresentaram valores médios menores que 0,8, com exceção ao grupo C. Novamente, somente os indivíduos do grupo C apresentavam HIC diagnosticada e o componente de $P2 > P1$, em todos os pacientes.

Ao avaliar somente o grupo C, antes e após intervenção cirúrgica, verificou-se que o valor da relação $P2/P1$ diminuiu significativamente após procedimento ($p=0,022$). Porém, a “classificação P1 e P2” e a “inclinação de P1” não se modificaram significativamente ($p=0,134$ e $p=1,00$). Esse comportamento da relação de $P2/P1$ foi observado em duas outras investigações. Hashimoto (1993) estudou 20 pacientes em monitorização invasiva da PIC, nos quais o valor de P2 diminuiu para valores abaixo de P1 quando realizadas manobras que diminuíram o valor da PIC, como hiperventilação e liberação das veias jugulares (após compressão prévia). O mesmo havia sido observado por Cardoso e Piatek (1989), ao estudarem 12 pacientes em investigação para HCF. Em outro estudo com métodos não invasivos, Chambers et al. (2005), analisaram a curva do volume sanguíneo intracraniano calculado com ultrassom *Doppler* de dez sujeitos com HCF, com aferições antes e após derivação ventricular, com aumento de P1, diminuição de P2 e P3 estatisticamente considerável ($p<0,05$).

A relação numérica “ $P2/P1$ ” e “classificação P1 e P2” apresentaram sensibilidade de 80% e especificidade de 100% para indicar HIC. Estes números foram semelhantes aos obtidos por Rauch, Mitchell e Tyler (1990), quando monitorizaram 37 pacientes com TCE grave. Os autores observaram a “classificação P1 e P2” com sensibilidade de 99% e especificidade de 20% para prever episódios de aumento desproporcional da PIC.

O acesso à PICNI com extensômetro elétrico apresentou dificuldades e limitações técnicas. O aparelho e transdutor são muito sensíveis e influenciados por artefatos de movimentação, o que pode ser observado comparando o número de crianças que participaram do estudo (88) com as que foram efetivamente incluídas (58). Problemas com baixa qualidade do sinal e dificuldades com o *hardware/software* foram frequentes, principalmente no início do recrutamento. Contudo, com a experiência do pesquisador e adaptações desenvolvidas no equipamento, esse problema foi amenizado, como pode ser percebido com o aumento do

aproveitamento dos sujeitos que adentraram o estudo no grupo D (28 das 31 crianças recrutadas).

O artefato e interferência mais comuns foram os de movimentação, ocasionado voluntariamente (que pode ser inibido ou parcialmente retirado posteriormente) ou choro (que impede a obtenção de sinal de qualidade). Felizmente, não foram observadas interferências relacionadas à rede elétrica.

Foi tomado cuidado para avaliar a curva de PIC discriminando-a da pulsação arterial, que poderia ocorrer em caso de contato do sensor com artérias de grande calibre. Assim, observou-se cautelosamente o sinal obtido para diferenciar daquele com amplitude muito grande e morfologia incompatível, provavelmente de origem arterial. A frequência respiratória, quando constante, gera uma oscilação com frequência de 0,1 a 0,35Hz que não interfere na monitorização.

A monitorização de pacientes abaixo de 2 anos, com fontanelas ainda patentes e complacência óssea maior, apresenta suas peculiaridades. Essas crianças, quando portadoras de HCF, apresentam dilatação ventricular, crescimento do volume líquórico extracraniano (aumento da fontanela) e da caixa craniana. Mesmo em vigência de HCF, não atingem valores críticos de PIC e, portanto, de perfusão cerebral. Estudos da década de 1980 com fontanometria e monitorização invasiva definiram como valores de normalidade deste parâmetro: crianças abaixo de 1 ano de 1,5 a 6 mmHg; pré-escolares 3 a 7 mmHg; 10 a 15 mmHg para crianças maiores e adultos; recém nascidos podem apresentar pressões muito baixas e até mesmo negativas, possivelmente afetadas pela presença de fontanela aberta e ampla (WELCH, 1980; RABOEL et al., 2012). Para acompanhamento de crianças com fontanela patente, além da informação clínica proveniente do exame físico, através da palpação da fontanela bregmática (GALLAGHER; HING; CUNNINGHAM, 2013), O US-Doppler pode fornecer informações precisas (OLIVEIRA; MACHADO, 2003).

Assim, o dispositivo utilizado neste estudo apresentou limitações em crianças abaixo de 2 anos e com fontanelas patentes. No grupo estudado, o único sujeito do grupo C nesta faixa etária apresentava idade de 2 meses e relação P2/P1 de 0,7380 em vigência de HIC, sendo o único de seu grupo com $P1 > P2$. Mesmo nesse indivíduo, o tratamento da HCF alterou sua relação P2/P1 que após derivação ventricular foi de 0,6566, uma redução de 11%.

A técnica permite o acesso às variações de volume na calota craniana que são aferidas por um sensor elétrico em microvolts e não em milímetros de mercúrio ou centímetros de água. Esse número, até a presente data não pôde ser comparado com valores de pressão, pois variáveis

como espessura da caixa craniana e couro cabeludo, tensão da faixa compressiva, dentre outros, impedem qualquer relação matemática entre as mensurações.

7.1 Considerações finais

Em relação ao número de pacientes, o trabalho apresentou a limitação de ter recrutado poucos pacientes para o grupo C, o que com certeza gerou viés em relação aos resultados de sensibilidade/especificidade obtidos. O grupo de pacientes com HCF aguda foi limitado principalmente pela urgência/emergência cirúrgica que impediam adequada monitorização pelo pesquisador e as alterações no sinal e interferências já discutidas, pois muitas vezes os pacientes estavam agitados e nenhuma aferição foi realizada com sob anestesia.

A aplicação do método é aplicável, porém, apresenta limitações relacionadas à utilização do transdutor por um operador experiente, o que muitas vezes envolve um tempo considerável dispendido para treinamento e para encontrar o melhor ponto para aferição – impossível em alguns casos; gravação das informações, sujeita a erros de *hardware*; transferência para o computador; análise da curva com programa próprio. Não gera, portanto, uma resposta imediata ao clínico e depende de pelo menos dois operadores para conclusão final.

Desta forma, o método apresenta dificuldades e limitações relacionadas ao uso do equipamento e interpretação dos dados obtidos. Futuramente, a introdução de *hardware* mais simples com a interpretação instantânea e automatizada da curva de PIC poderá permitir a extração dos parâmetros analisados em tempo real, configurando-se como uma ferramenta útil no monitoramento da PIC.

8. CONCLUSÕES

8. CONCLUSÕES

O método estudado para monitorização da PICNI mostrou-se aplicável em crianças portadoras de HCF com algumas considerações, principalmente em relação à idade (inferior a 2 anos).

A relação numérica “P2/P1” e “classificação P1 e P2” apresentaram sensibilidade de 80% e especificidade de 100% para indicar HIC na amostra estudada. A “inclinação de P1” não apresentou relação estatística com HIC em nenhum dos modelos estatísticos estudados.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. P.; BELL, D.; MCKINLAY, J. (Ed.). **Neurocritical care: a guide to practical management**. 1 ed. London: Springer Science & Business Media, 2010.
- ASSAF, Y.; BEN-SIRA, L.; CONSTANTINI, S.; CHANG, L. C.; BENI-ADANI, L. Diffusion tensor imaging in hydrocephalus: initial experience. **Am J Neuroradiol**, Baltimore, v. 27, n. 8, p. 1717-1724, set. 2006.
- ASSIS, M. C. D.; MACHADO, H. R. Medida da velocidade de fluxo nas artérias cerebrais utilizando ultra-som Doppler transfontanela antes e após o tratamento cirúrgico da hidrocefalia. **Arq Neuropsiquiatr**, São Paulo, v.57, n. 3-B, p. 827-835, set. 1999. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-282X1999000500015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 20 de abril de 2014.
- AVEZAAT, C. J.; VAN EIJNDHOVEN, J. H.; WYPER, D. J. Cerebrospinal fluid pulse pressure and intracranial volume-pressure relationships. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, London, v. 42, n. 8, p. 687-700, ago. 1979.
- BABCOCK, D. S. Sonography of the brain in infants: role in evaluating neurologic abnormalities. **Am J Roentgenol**, Springfield, v. 165, n. 2, p. 417-423, mar. 1995.
- BALESTRERI, M.; CZOSNYKA, M.; STEINER, L. A.; SCHMIDT, E.; SMIELEWSKI, P.; MATTA, B.; PICKARD, J. D. Intracranial hypertension: what additional information can be derived from ICP waveform after head injury? **Acta Neurochir**, Vienna, v. 146, n. 2, p. 131-141, fev. 2004.
- BARU, J. S.; BLOOM, D. A.; MURASZKO, K.; KOOP, C. E. John Holter's shunt. **J Am Coll Surg**, Chicago, v. 192, n. 1, p. 79-85, jan. 2001.
- BEYEA, S. C.; NICOLL, L. H. Writing an integrative review. **AORN journal**, Philadelphia, v. 67, n. 4, p. 877-880, abr. 1998.
- BOAZ, J. C.; EDWARDS-BROWN, M. K. Hydrocephalus in children: neurosurgical and neuroimaging concerns. **Neuroimaging Clin N Am**, Philadelphia, v. 9, n. 1, p. 73-91, fev. 1999.
- BONDURANT, C. P.; JIMENEZ, D. F. Epidemiology of cerebrospinal fluid shunting. **Pediatr Neurosurg**, Basel, v. 23, n. 5, p. 254-258; discussion 259, out. 1995.
- BOURAS, T.; SGOUROS, S. Complications of endoscopic third ventriculostomy: a review. **J Neurosurg Pediatr**, Charlottesville, v. 7, n. 6, p. 643-649, jun. 2011.
- BRADLEY JR, W. G. MRI of Hydrocephalus and CSF Velocity Imaging. In: FARO, S.H.; MOHAMED F. B.; LAW, M.; ULMER, J. T. (Org.). **Functional Neuroradiology**. New York: Springer, 2012. p.949-965.

BRAIN CARE HEALTH TECHNOLOGY (São Carlos, SP). Gustavo Henrique Frigieri Vilela; Sérgio Mascarenhas. **Non-Invasive Intracranial Pressure System**. US 20130085400 A, 04 abr. 2013.

BRETT, E. M. Measurement of cerebrospinal fluid pressure in infants without puncture. **Dev Med Child Neurol**, London, v. 8, n. 2, p. 207-210, abr. 1966.

BROOME, M. E. Integrative literature reviews for the development of concepts. In: RODGERS BL, KNAFL KA (Org.). **Concept development in nursing: foundations, techniques and applications**. Philadelphia: W.B Saunders Company; 2000. p.231-50.

BRUNETTI, M. A.; MAHESH, M.; NABAWEESI, R.; LOCKE, P.; ZIEGFELD, S.; BROWN, R. Diagnostic radiation exposure in pediatric trauma patients. **J Trauma**, Baltimore, v. 70, n. 2, p. E24-28, fev. 2011.

BURR, D. B.; MILGROM, C.; FYHRIE, D.; FORWOOD, M.; NYSKA, M.; FINESTONE, A.; HOSHAW, S.; SAIAG, E.; SIMKIN, A. In vivo measurement of human tibial strains during vigorous activity. **Bone**, New York, v. 18, n. 5, 405-10, mai. 1996.

CABELLA, B.; VILELA, G. H.; MASCARENHAS, S.; CZOSNYKA, M.; SMIELEWSKI, P.; DIAS, C.; CARDIM, D. A.; WANG, C. C.; MASCARENHAS, P.; ANDRADE, R.; TANAKA, K.; SILVA LOPES, L.; COLLI, B. O. Validation of a New Noninvasive Intracranial Pressure Monitoring Method by Direct Comparison with an Invasive Technique. **Acta Neurochir Suppl**, Vienna, v. 122, n., p. 93-96, 2016.

CALDARELLI, M.; DI ROCCO, C.; CELLINI, N.; DE SANTIS, M. A technique for evaluation of CSF shunt patency using telethermography. **Neuropediatrics**, Stuttgart, v. 12, n. 4, p. 303-307, nov. 1981.

CANGASSÚ, S. R. **Infecção na monitoração intraventricular da pressão intracraniana com drenagem contínua do líquido cefalorraquiano**. 2006, 94 f.. Dissertação (Mestrado em Enfermagem na Saúde do Adulto) – Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CARDIM, D. A.; DO VAL DA SILVA, R. A.; CARDIM, A. C.; CABELLA, B. C.; FRIGIERI, G. H.; DE SOUSA TORRES, C. V.; WANG, C. C.; DE PACHECO ANDRADE, R. A.; SCANDIUZZI, R. C.; RIZZATTI, A. C.; MASCARENHAS, Y. M.; LEITE, J. P.; MASCARENHAS, S. Characterization of ICP Behavior in an Experimental Model of Hemorrhagic Stroke in Rats. **Acta Neurochir Suppl**, Vienna, v. 122, n., p. 121-124, 2016.

CARDIM, D. A.; FRIGIERI, G. H.; CABELLA, B. C.; MALHEIROS, J. M.; CARDIM, A. C.; WANG, C. C.; DE ALBUQUERQUE PACHECO ANDRADE, R.; COVOLAN, L.; TANNUS, A.; MASCARENHAS, S. Characterization of Intracranial Pressure Behavior in Chronic Epileptic Animals: A Preliminary Study. **Acta Neurochir Suppl**, Vienna, v. 122, n., p. 329-333, 2016.

CARDIM, D.; ROBBA, C.; DONNELLY, J.; BOHDANOWICZ, M.; SCHMIDT, B.; DAMIAN, M.; VARSOS, G. V.; LIU, X.; CABELEIRA, M.; FRIGIERI, G.; CABELLA, B.; SMIELEWSKI, P.; MASCARENHAS, S.; CZOSNYKA, M. Prospective Study on

Noninvasive Assessment of Intracranial Pressure in Traumatic Brain-Injured Patients: Comparison of Four Methods. **J Neurotrauma**, New York, v. 33, n. 8, p. 792-802, abr. 2016.

CARDOSO, E. R.; PIATEK, D. Intracranial and venous pressures Part I: Intracranial pulse wave changes during hemodynamic maneuvers in humans. In: HOFF, J. T.; BETZ, L. (Org.). **Intracranial Pressure VII**. 1 ed. New York: Springer, p. 203-205, 1989.

CARDOSO, E. R.; ROWAN, J. O.; GALBRAITH, S. Analysis of the cerebrospinal fluid pulse wave in intracranial pressure. **J Neurosurg**, Chicago, v. 59, n. 5, p. 817-21, nov. 1983.

CHAMBERS, I. R.; DAUBARIS, G.; JARZEMSKAS, E.; FOUNTAS, K.; KVASCEVICIUS, R.; RAGAUSKAS, A.; ROCKA, S.; ROBINSON, J. S.; SITKAUSKAS, A. The clinical application of non-invasive intracranial blood volume pulse wave monitoring. **Physiol Meas**, Bristol, v. 26, n. 6, p. 1019-1032, dez. 2005.

CINALLI, G.; MAIXNER, W. J.; SAINTE-ROSE, C. (Org.) **Pediatric hydrocephalus** 1 ed. Milano: Springer-Verlag, 2004.

COOPER, H. M. **Synthesizing research: A guide for literature reviews**. 3 ed. London: Sage, 1998.

CONTANT, C. F.; ROBERTSON, C. S.; CROUCH, J.; GOPINATH, S. P.; NARAYAN, R. K.; GROSSMAN, R. G. Intracranial pressure waveform indices in transient and refractory intracranial hypertension. **J Neurosci Methods**, Amsterdam, v. 57, n. 1, p. 15-25, mar. 1995.

CYROUS, A.; O'NEAL, B.; FREEMAN, W. D. New approaches to bedside monitoring in stroke. **Expert Ver Neurother**, London, v. 12, n. 8, p. 915-928, ago. 2012.

CZOSNYKA, M.; SMIELEWSKI, P.; TIMOFEEV, I.; LAVINIO, A.; GUAZZO, E.; HUTCHINSON, P.; PICKARD, J. D. Intracranial pressure: more than a number. **Neurosurg Focus**, Charlottesville, v. 22, n. 5, p. E10, mai. 2007.

CZOSNYKA, Z. H.; CZOSNYKA, M.; WHITFIELD, P. C.; DONOVAN, T.; PICKARD, J. D. Cerebral autoregulation among patients with symptoms of hydrocephalus. **Neurosurgery**, Baltimore, v. 50, n. 3, p. 526-532; discussion 532-523, mar. 2002.

CZOSNYKA, Z.; KEONG, N.; KIM, D. J.; RADOLOVICH, D.; SMIELEWSKI, P.; LAVINIO, A.; SCHMIDT, E. A.; MOMJIAN, S.; OWLER, B.; PICKARD, J. D.; CZOSNYKA, M. Pulse amplitude of intracranial pressure waveform in hydrocephalus. **Acta Neurochir Suppl**, Vienna, v. 102, n., p. 137-140, 2008.

DINÇER, A.; OZEK, M. M. Radiologic evaluation of pediatric hydrocephalus. **Childs Nerv Syst**, Berlin, v. 27, n. 10, p. 1543-1562, out. 2011.

DRAKE, J. M.; KESTLE, J. R.; MILNER, R.; CINALLI, G.; BOOP, F.; PIATT, J., JR.; HAINES, S.; SCHIFF, S. J.; COCHRANE, D. D.; STEINBOK, P.; MACNEIL, N. Randomized trial of cerebrospinal fluid shunt valve design in pediatric hydrocephalus. **Neurosurgery**, Baltimore, v. 43, n. 2, p. 294-303; discussion 303-295, ago. 1998.

ENGER, P. O.; SVENDSEN, F.; SOMMERFELT, K.; WESTER, K. Shunt revisions in children – can they be avoided? Experiences from a population-based study. **Pediatr Neurosurg**, Basel, v. 41, n. 6, p. 300-304, nov-dez. 2005.

FAN, J. Y.; KIRKNESS, C.; VICINI, P.; BURR, R.; MITCHELL, P. Intracranial pressure waveform morphology and intracranial adaptive capacity. **Am J Crit Care**, Aliso Viejo, v. 17, n. 6, p. 545-554, nov. 2008.

FIRSCHING, R.; SCHUTZE, M.; MOTSCHMANN, M.; BEHRENS-BAUMANN, W. Venous ophthalmodynamometry: a noninvasive method for assessment of intracranial pressure. **J Neurosurg**, Chicago, v. 93, n. 1, p. 33-36, jul. 2000.

FIRSCHING, R.; MÜLLER, C.; PAULI, S. U.; VOELLGER, B.; RÖHL, F. W.; BEHRENS-BAUMANN, W. Noninvasive assessment of intracranial pressure with venous ophthalmodynamometry. Clinical article. **J Neurosurg**, Chicago, v. 115, n. 2, p. 371-4, ago. 2011.

FURLANETTI, L. L.; VOLPON SANTOS, M.; DE OLIVEIRA, R. S. Neuroendoscopic surgery in children: an analysis of 200 consecutive procedures. **Arq Neuropsiq**, São Paulo, v. 71, n. 3, p. 165-170, mar. 2013.

GALLAGHER, E. R.; HING, A. V.; CUNNINGHAM, M. L. Evaluating fontanels in the newborn skull. **Contemporary Pediatrics**, [s.l.], v. 30, n. 11, [s.p.], nov. 2013. Disponível em: <http://contemporarypediatrics.modernmedicine.com/contemporary-pediatrics/content/tags/cerebrospinal-fluid-dynamics/evaluating-fontanels-newborn-skull?page=full>. Acesso em 13 de setembro de 2015.

GARNE, E.; LOANE, M.; ADDOR, M. C.; BOYD, P. A.; BARISIC, I.; DOLK, H. Congenital hydrocephalus--prevalence, prenatal diagnosis and outcome of pregnancy in four European regions. **Eur J Paediatr Neurol**, London, v. 14, n. 2, p. 150-155, mar. 2010.

GUILLAUME, J.; JANNY, P. Continuous intracranial manometry; importance of the method and first results. **Rev Neurol**, Paris, v. 84, n. 2, p. 131-142, fev. 1951.

HASHIMOTO, M.; HIGASHI, S.; TOKUDA, K.; YAMAMOTO, Y.; YAMASHITA, J. Changes of intracranial pressure and pulse wave form induced by various mechanical stresses upon intracranial hemodynamics. In: AVEZAAT, C. J. J.; EIJNDHOVEN, J. H. M.; MAAS, A. I. R.; TANS, J. T. J. (Org.). **Intracranial Pressure VIII**. Berlin: Springer, 1993, p.367-371.

HIRSCH, J. F. Surgery of hydrocephalus: past, present and future. **Acta Neurochir**, Vienna, v. 116, n. 2-4, p. 155-160, fev. 1992.

HONDA, E.; HAYASHI, T.; KURAMOTO, S. Fontanelle pressure (ICP) in infantile hydrocephalus. Investigation of ICP in 6 cases of hydrocephalus with normal head circumference and without shunting operation. **Kurume Med J**, Kurume-shi, v. 31, n. 3, p. 259-272, jan. 1984.

HONDA, E.; HAYASHI, T.; KURAMOTO, S. Fontanelle pressure in infants: discussion on 6 cases of macrocrania. **Kurume Med J**, Kurume-shi, v. 31, n. 3, p. 273-283, jan. 1984.

HU, X.; GLENN, T.; SCALZO, F.; BERGSNEIDER, M.; SARKISS, C.; MARTIN, N.; VESPA, P. Intracranial pressure pulse morphological features improved detection of decreased cerebral blood flow. **Physiol Meas**, Bristol, v. 31, n. 5, p. 679-695, mai. 2010.

JENG, S.; GUPTA, N.; WRENSCH, M.; ZHAO, S.; WU, Y. W. Prevalence of congenital hydrocephalus in California, 1991-2000. **Pediatr Neurol**, New York, v. 45, n. 2, p. 67-71, ago. 2011.

JONES JR, H. R.; SRINIVASAN, J.; ALLAM, G. J.; BAKER, R. A. **Netter's Neurology**. 2 ed. New York: Elsevier Health Sciences, 2011.

JUCÁ, C. E. B.; LINS NETO, A.; OLIVEIRA, R. S. D.; MACHADO, H. R. Tratamento de hidrocefalia com derivação ventrículo-peritoneal: análise de 150 casos consecutivos no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto. **Acta Cir. Bras.** São Paulo, v. 17, supl. 3, p. 59-63, 2002. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-86502002000900013&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 18 jun. 2014.

KENNEDY, C. R.; AYERS, S.; CAMPBELL, M. J.; ELBOURNE, D.; HOPE, P.; JOHNSON, A. Randomized, controlled trial of acetazolamide and furosemide in posthemorrhagic ventricular dilation in infancy: follow-up at 1 year. **Pediatrics**, Springfield, v. 108, n. 3, p. 597-607, set. 2001.

KIM, D. J.; CZOSNYKA, Z.; KEONG, N.; RADOLOVICH, D. K.; SMIELEWSKI, P.; SUTCLIFFE, M. P.; PICKARD, J. D.; CZOSNYKA, M. Index of cerebrospinal compensatory reserve in hydrocephalus. **Neurosurgery**, Baltimore, v. 64, n. 3, p. 494-501; discussion 501-492, mar. 2009.

KIRKNESS, C. J.; MITCHELL, P. H.; BURR, R. L.; MARCH, K. S.; NEWELL, D. W. Intracranial pressure waveform analysis: clinical and research implications. **J Neurosci Nurs**, Chicago, v. 32, n. 5, p. 271-277, out. 2000.

KRAUS, N.; OZDAMAR, O.; HEYDEMANN, P. T.; STEIN, L.; REED, N. L. Auditory brain-stem responses in hydrocephalic patients. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, Amsterdam, v. 59, n. 4, p. 310-317, jul. 1984.

KUBAN, K.; ADLER, I.; ALLRED, E. N.; BATTON, D.; BEZINQUE, S.; BETZ, B. W.; CAVENAGH, E.; DURFEE, S.; ECKLUND, K.; FEINSTEIN, K. Observer variability assessing US scans of the preterm brain: the ELGAN study. **Pediatr Radiol**, Berlin, v. 37, n. 12, p. 1201-1208, dez. 2007.

KUCHIWAKI, H.; INAO, S.; ANDOH, K.; ITOH, J.; SAKUMA, N.; TAKISHITA, T.; OGURA, Y. Continuous recording of changes in intracranial pressure using interference echoes of ultrasonic wave: a preliminary report of practicality and clinical evaluation. **J Clin Ultrasound**, Denver, v. 20, n. 7, p. 447-455, set. 1992.

KUNRATH, C. L. B.; GIUGNO, K.; MAIA, T. R.; BIZZI, J. Hipertensão intracraniana em pediatria revisão sobre fisiopatologia, monitorização e tratamento. **Rev Bras Ter Intens**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 65-72, abr-jun. 2002.

LAM, K. W.; DRAKE, J. M.; COBBOLD, R. S. Noninvasive cerebrospinal fluid shunt flow measurement by Doppler ultrasound using ultrasonically excited bubbles: a feasibility study. **Ultrasound Med Biol**, Oxford, v. 25, n. 3, p. 371-389, mar. 1999.

LANYON, L. E.; HAMPSON, W. G.; GOODSHIP, A. E.; SHAH, J. S. Bone deformation recorded in vivo from strain gauges attached to the human tibial shaft. **Acta Orthop Scand**, Copenhagen v. 46, n. 2, p. 256-268, mai. 1975.

LEHNERT, B. E.; RAHBAR, H.; RELYEA-CHEW, A.; LEWIS, D. H.; RICHARDSON, M. L.; FINK, J. R. Detection of ventricular shunt malfunction in the ED: relative utility of radiography, CT, and nuclear imaging. **Emerg Radiol**, Baltimore, v. 18, n. 4, p. 299-305, ago. 2011.

LELIEFELD, P. H.; GOOSKENS, R. H.; PETERS, R. J.; TULLEKEN, C. A.; KAPPELLE, L. J.; HAN, K. S.; REGLI, L.; HANLO, P. W. New transcranial Doppler index in infants with hydrocephalus: transsystolic time in clinical practice. **Ultrasound Med Biol**, Oxford, v. 35, n. 10, p. 1601-1606, out. 2009.

LELIEFELD, P. H.; GOOSKENS, R. H.; TULLEKEN, C. A.; REGLI, L.; UITERWAAL, C. S.; HAN, K. S.; KAPPELLE, L. J. Noninvasive detection of the distinction between progressive and compensated hydrocephalus in infants: is it possible? **J Neurosurg Pediatr**, Charlottesville, v. 5, n. 6, p. 562-568, jun. 2010.

LELIEFELD, P. H.; GOOSKENS, R. H.; VINCKEN, K. L.; RAMOS, L. M.; VAN DER GROND, J.; TULLEKEN, C. A.; KAPPELLE, L. J.; HANLO, P. W. Magnetic resonance imaging for quantitative flow measurement in infants with hydrocephalus: a prospective study. **J Neurosurg Pediatr**, Charlottesville, v. 2, n. 3, p. 163-170, set. 2008.

LIFSHUTZ, J. I.; JOHNSON, W. D. History of hydrocephalus and its treatments. **Neurosurg Focus**, Charlottesville, v. 11, n. 2, p. 1-5, ago. 2001.

LIM, K. H.; CHEW, C. M.; CHEN, P. C.; JEYAPALINA, S.; HO, H. N.; RAPPEL, J. K.; LIM, B. H. New extensometer to measure in vivo uniaxial mechanical properties of human skin. **J Biomech**, New York, v. 41, n. 5, p. 931-936, fev. 2008.

LUNDBERG, N. Continuous recording and control of ventricular fluid pressure in neurosurgical practice. **Acta Psychiatr Scand Suppl**, Copenhagen, v. 36, n. 149, p. 1-193, jan. 1960.

MACHADO, H. R.; MACHADO, J. C.; CONTRERA, J. D.; ASSIRATI JR, J. A.; MARTELLI, N.; COLLI, B. O. Ultrasonographic evaluation of infantile hydrocephalus before and after shunting. **Child's Nervous System**, Berlim, v. 1, n. 6, p. 341-345, dez. 1985.

MACHADO, H. R.; MACHADO, J. C.; CONTRERA, J. D.; ASSIRATI JUNIOR, J. A.; MARTELLI, N. Cerebral ultrasonography in children in the first year of life: a method for diagnosis and follow-up of ventricular dilation. **Arq Neuropsiq**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 385-391, dez. 1982.

MACHADO, H. R.; MARTELLI, N.; ASSIRATI JR, J. A.; COLLI, B. O. Infantile hydrocephalus: brain sonography as an effective tool for diagnosis and follow-up. **Child's Nervous System**, Berlim, 7, n. 4, p. 205-210, ago. 1991.

MADSEN, J. R.; ABAZI, G. S.; FLEMING, L.; PROCTOR, M.; GRONDIN, R.; MAGGE, S.; CASEY, P.; ANOR, T. Evaluation of the ShuntCheck noninvasive thermal technique for shunt flow detection in hydrocephalic patients. **Neurosurgery**, Baltimore, v. 68, n. 1, p. 198-205, jan. 2011.

MANI, K. S.; TOWNSEND, H. R. The EEG in benign intracranial hypertension. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, Amsterdam, v. 16, n., p. 604-610, jun. 1964.

MARMAROU, A.; BEAUMONT, A. Physiology of the Cerebrospinal Fluid and Intracranial Pressure. In: WINN, H. R (Org.). **Youmans Neurological Surgery**. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2011. cap. 10.

MARMAROU, A.; SHULMAN, K.; ROSENDE, R. M. A nonlinear analysis of the cerebrospinal fluid system and intracranial pressure dynamics. **J Neurosurg**, Chicago, v. 48, n. 3, p. 332-344, mar. 1978.

MARTINEZ-MANAS, R. M.; SANTAMARTA, D.; DE CAMPOS, J. M.; FERRER, E. Camino intracranial pressure monitor: prospective study of accuracy and complications. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, London, v. 69, n. 1, p. 82-86, jul. 2000.

MASCARENHAS, S.; VILELA, G. H. F.; CARDIM, D. A.; KIYUNA, L. A.; GOMIERO, L. A.; TANNUS, A. New application's scenarios with minimally invasive and non-invasive methods to monitor the intracranial pressure. In: Workshop CInAPCe, 5., 2011, São Paulo. **Anais do V Workshop CInAPCe**. São Paulo: FAPESP, [s.p.], 2011.

MASCARENHAS, S.; VILELA, G.; CARLOTTI, C.; DAMIANO, L.; SELUQUE, W.; COLLI, B.; TANAKA, K.; WANG, C.; NONAKA, K. The New ICP Minimally Invasive Method Shows That the Monro–Kellie Doctrine Is Not Valid. **Acta Neurochir Suppl**, Vienna, v. 114, [s.n.], [s.m.], 117-20, 2012.

MASHIMA, Y.; OSHITARI, K.; IMAMURA, Y.; MOMOSHIMA, S.; SHIGA, H.; OGUCHI, Y. High-resolution magnetic resonance imaging of the intraorbital optic nerve and subarachnoid space in patients with papilledema and optic atrophy. **Arch Ophthalmol**, Chicago, v. 114, n. 10, p. 1197-1203, out. 1996.

MASSAGER, N.; WAYENBERG, J. L.; RAFTOPOULOS, C.; CHRISTOPHE, C.; VERMEYLEN, D.; FRANCO, P. Anterior fontanelle pressure monitoring for the evaluation of asymptomatic infants with increased head growth rate. **Childs Nerv Syst**, Berlin, v. 12, n. 1, p. 38-42, jan. 1996.

MCAULEY, D.; PATERSON, A.; SWEENEY, L. Optic nerve sheath ultrasound in the assessment of paediatric hydrocephalus. **Childs Nerv Syst**, Berlin, v. 25, n. 1, p. 87-90, jan. 2009.

MCPHERSON, D. L.; AMLIE, R.; FOLTZ, E. Auditory brainstem response in infant hydrocephalus, **Childs Nerv Syst**, Berlin, v. 1, n. 2, p. 70-76, fev. 1985.

MENDELOW, A. D.; ROWAN, J. O.; MURRAY, L.; KERR, A. E. A clinical comparison of subdural screw pressure measurements with ventricular pressure. **J Neurosurg**, Chicago, v. 58, n. 1, p. 45-50, jan. 1983.

MOKRI, B. The Monroe–Kellie hypothesis applications in CSF volume depletion. **Neurology**, Minneapolis, v. 56, n. 12, p. 1746-1748, jun. 2001.

MORGALLA, M. H.; DIETZ, K.; DEININGER, M.; GROTE, E. H. The problem of long-term ICP drift assessment: improvement by use of the ICP drift index. **Acta Neurochir**, Vienna, v. 44, n. 1, p. 57-60; discussion 60-51, jan. 2002.

MOSS, S. M.; MARCHBANKS, R. J.; REID, A.; BURGE, D.; MARTIN, A. M. Comparison of intracranial pressure between spina bifida patients and normal subjects using a non-invasive pressure assessment technique. **Z Kinderchir**, Stuttgart, v. 44 Suppl 1, [s.n.], p. 29-31, dez. 1989.

MOSS, S. M.; MARCHBANKS, R. J.; BURGE, D. Non-invasive assessment of ventricular shunt function using tympanic membrane displacement measurement technique. **Z Kinderchir**, Stuttgart, v. 45 Suppl 1, [s.n.], p. 26-8, dez. 1990.

MOTSCHMANN, M.; MULLER, C.; KUCHENBECKER, J.; WALTER, S.; SCHMITZ, K.; SCHUTZE, M.; BEHRENS-BAUMANN, W.; FIRSCHING, R. Ophthalmodynamometry: a reliable method for measuring intracranial pressure. **Strabismus**, Buren, v. 9, n. 1, p. 13-16, mar. 2001.

NULSEN, F. E.; SPITZ, E. B. Treatment of hydrocephalus by direct shunt from ventricle to jugular vein. **Surg Forum**, Chicago, [s.v.], [s.n.], p. 399-403, 1950.

OLIVEIRA, R. S.; MACHADO, H. R. Transcranial color-coded Doppler ultrasonography for evaluation of children with hydrocephalus. **Neurosurg Focus**, Charlottesville, v. 15, n. 4, p. ECP3, out. 2003.

PAIRAUDEAU, P. W.; SMITH, S. L.; HAMES, T. K.; HALL, M. A. Strain-gauge fontanometry – an advance in non-invasive intracranial pressure measurement. **Clin Phys Physiol Meas**, Bristol, v. 11, n. 2, p. 125-134, mai. 1990.

PATWARDHAN, R. V.; NANDA, A. Implanted ventricular shunts in the United States: the billion-dollar-a-year cost of hydrocephalus treatment. **Neurosurgery**, Baltimore, v. 56, n. 1, p. 139-144; discussion 144-135, jan. 2005.

PENCALET, P.; SAINTE-ROSE, C.; LELLOUCH-TUBIANA, A.; KALIFA, C.; BRUNELLE, F.; SGOUROS, S.; MEYER, P.; CINALLI, G.; ZERAH, M.; PIERRE-KAHN, A.; RENIER, D. Papillomas and carcinomas of the choroid plexus in children. **J Neurosurg**, Chicago, v. 88, n. 3, p. 521-528, mar. 1998.

PERUSEK, G. P.; DAVIS, B. L.; SFERRA, J. J.; COURTNEY, A. C.; D'ANDREA, S. E. An extensometer for global measurement of bone strain suitable for use in vivo in humans. **J Biomech**, New York, v. 34, n. 3, p. 385-391, mar. 2001.

PETERS, R. J.; HANLO, P. W.; GOOSKENS, R. H.; BRAUN, K. P.; TULLEKEN, C. A.; WILLEMSE, J. Non-invasive ICP monitoring in infants: the Rotterdam Teletransducer revisited. **Childs Nerv Syst**, Berlim, v. 11, n. 4, p. 207-213, abr. 1995.

PINTO, J. R. C. **Avaliação hidrodinâmica de uma válvula neurológica ajustável por acionamento mecânico**. 2013. 130f. Tese (Doutorado em Bioengenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos; Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

PIPER, I.; BARNES, A.; SMITH, D.; DUNN, L. The Camino intracranial pressure sensor: is it optimal technology? An internal audit with a review of current intracranial pressure monitoring technologies. **Neurosurgery**, Baltimore, v. 49, n. 5, p. 1158-1164; discussion 1164-1155, nov. 2001.

PLANDSOEN, W.; DE JONG, D.; MAAS, A.; STROINK, H.; AVEZAAT, C. Fontanelle pressure monitoring in infants with the Rotterdam Teletransducer: a reliable technique. **Med Prog Technol**, Boston, v. 13, n. 1, p. 21-27, jan. 1987.

POCA, M. A.; SAHUQUILLO, J.; TOPCZEWSKI, T.; PENARRUBIA, M. J.; MUNS, A. Is intracranial pressure monitoring in the epidural space reliable? Fact and fiction. **J Neurosurg**, Chicago, v. 106, n. 4, p. 548-556, abr. 2007.

POPLE, I. K.; MUHLBAUER, M. S.; SANFORD, R. A.; KIRK, E. Results and complications of intracranial pressure monitoring in 303 children. **Pediatr Neurosurg**, Basel, v. 23, n. 2, p. 64-67, 1995.

PRABHU, S. P.; YOUNG-POUSSAINT, T. Pediatric central nervous system emergencies. **Neuroimaging Clin N Am**, Philadelphia, v. 20, n. 4, p. 663-683, nov. 2010.

RABOEL, P. H.; BARTEK, J., JR.; ANDRESEN, M.; BELLANDER, B. M.; ROMNER, B. Intracranial Pressure Monitoring: Invasive versus Non-Invasive Methods-A Review. **Crit Care Res Pract**, Cairo, v. 2012, [s.n.], 14 p., jun. 2012. Disponível em <http://www.hindawi.com/journals/ccrp/2012/950393/>. Acesso em 13 de janeiro de 2016.

RAJAGOPAL, A.; SHIMONY, J. S.; MCKINSTRY, R. C.; ALTAYE, M.; MALONEY, T.; MANGANO, F. T.; LIMBRICK, D. D.; HOLLAND, S. K.; JONES, B. V.; SIMPSON, S.; MERCER, D.; YUAN, W. White matter microstructural abnormality in children with hydrocephalus detected by probabilistic diffusion tractography. **Am J Neuroradiol**, Baltimore, v. 34, n. 12, p. 2379-2385, dez. 2013.

RAMÍREZ, L. A. P.; PIMENTEL, M. G. H.; ALVAREZ, A. M. V.; PUIG, J. I. I.; POBLANO, A. Potenciales provocados visuales en niños con hidrocefalia post-hemorrágica y congénita. **Perinatol Reprod Hum**, Cidade do México, v. 13, n. 3, p. 297-304, jul. 1999.

RAUCH, M. E.; MITCHELL, P. H.; TYLER, M. L. Validation of risk factors for the nursing diagnosis decreased intracranial adaptive capacity. **J Neurosci Nurs**, Chicago, v. 22, n. 3, p. 173-8, 1990.

REID, A.; MARCHBANKS, R. J.; BATEMAN, D. E.; MARTIN, A. M.; BRIGHTWELL, A. P.; PICKARD, J. D. Mean intracranial pressure monitoring by a non-invasive audiological

technique: a pilot study. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, London, v. 52, n. 5, p. 610-612, mai. 1989.

REIGEL, D. H.; DALLMANN, D. E.; SCARFF, T. B.; JANNETTA, P. J. Transcephalic impedance in neonatal hydrocephalics with myelomeningocele. **Surg Forum**, Chicago, v. 26, n., p. 481-482, dez. 1975.

REKATE, H. L. A consensus on the classification of hydrocephalus: its utility in the assessment of abnormalities of cerebrospinal fluid dynamics. **Childs Nerv Syst**, Berlin, v. 27, n. 10, p. 1535-1541, out. 2011.

ROBINSON, S. Neonatal posthemorrhagic hydrocephalus from prematurity: pathophysiology and current treatment concepts. **J Neurosurg Pediatr**, Charlottesville, v. 9, n. 3, p. 242-258, mar. 2012.

ROCCO, F.; GARNETT, M.; ROUJEAU, T.; PUGET, S.; RENIER, D.; ZERAH, M.; SAINTE-ROSE, C. Hydrocephalus. In: LUMENTA, C. B.; ROCCO, C.; HAASE, J.; MOOIJ, J. J. A. (Org.). **European Manual of Medicine – Neurosurgery**. Berlin: Springer, 2010, p.539-543.

ROCHEFORT, M. J.; ROLFE, P.; WILKINSON, A. R. New fontanometer for continuous estimation of intracranial pressure in the newborn. **Arch Dis Child**, London, v. 62, n. 2, p. 152-155, fev. 1987.

ROMAN, A. R.; FRIEDLANDER, M. R. Revisão integrativa de pesquisa aplicada à enfermagem. **Cogitare enferm**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 109-112, jul-dez. 1998.

SAKKA, L.; COLL, G.; CHAZAL, J. Anatomy and physiology of cerebrospinal fluid. **Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis**, Paris, v. 128, n. 6, p. 309-316, dez. 2011.

SAMUEL, M.; BURGE, D. M.; MARCHBANKS, R. J. Quantitative assessment of intracranial pressure by the tympanic membrane displacement audiometric technique in children with shunted hydrocephalus. **Eur J Pediatr Surg**, Stuttgart, v. 8, n. 4, p. 200-207, ago. 1998.

SAMUEL, M.; BURGE, D. M.; MARCHBANKS, R. J. Tympanic membrane displacement testing in regular assessment of intracranial pressure in eight children with shunted hydrocephalus. **J Neurosurg**, Chicago, v. 88, n. 6, p. 983-995, jun. 1998.

SARIEGO, R.; GARCÍA, P.; CAÑETE, S.; UTRERAS, O.; SOLÍS, F. Medición de emisiones otoacústicas productos de distorsión en pacientes pediátricos con hidrocefalia pre y postcirugía derivativa. **Rev Otorrinolaringol Cir cabeza cuello**, Santiago, v. 64, n. 3, p. 207-213, dez. 2004.

SAYERS, A. Tips and tricks in performing a systematic review. **Br J Gen Pract**, London, v. 57, n. 545, p. 999, dez. 2007.

SEGEV, Y.; METSER, U.; BENI-ADANI, L.; ELRAN, C.; REIDER, G., II; CONSTANTINI, S. Morphometric study of the midsagittal MR imaging plane in cases of hydrocephalus and atrophy and in normal brains. **Am J Neuroradiol**, Baltimore, v. 22, n. 9, p. 1674-1679, out. 2001.

SINGHAL, A.; YANG, M. M.; SARGENT, M. A.; COCHRANE, D. D. Does optic nerve sheath diameter on MRI decrease with clinically improved pediatric hydrocephalus? **Childs Nerv Syst**, Berlín, v. 29, n. 2, p. 269-274, fev. 2013.

SKLAR, F. H.; EHLE, A. L.; CLARK, W. K. Visual evoked potentials: a noninvasive technique to monitor patients with shunted hydrocephalus. **Neurosurgery**, Baltimore, v. 4, n. 6, p. 529-534, jun. 1979.

STEIN, S. C.; GUO, W. Have we made progress in preventing shunt failure? A critical analysis. **J Neurosurg Pediatr**, Charlottesville, v. 1, n. 1, p. 40-47, jan. 2008.

STEINER, L. A.; ANDREWS, P. J. Monitoring the injured brain: ICP and CBF. **Br J Anaesth**, London, v. 97, n. 1, p. 26-38, jul. 2006.

TORRACO, R. J. Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples. **Human Resource Development Review**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 356-367, set. 2005.

VIDYASAGAR, D.; RAJU, T. N. A simple noninvasive technique of measuring intracranial pressure in the newborn. **Pediatrics**, Springfield, v. 59 Suppl, n. 6 Pt 2, p. 957-961, jun. 1977.

VIDYASAGAR, D.; RAJU, T. N.; CHIANG, J. Clinical significance of monitoring anterior fontanel pressure in sick neonates and infants. **Pediatrics**, Springfield, v. 62, n. 6, p. 996-999, dez. 1978.

VILELA, G. H. F. **Desenvolvimento de um sistema minimamente invasivo para monitorar a pressão intracraniana**. 2010. 126f. Tese (Doutorado em Física Aplicada). Universidade de São Paulo, São Carlos, Instituto de Física de São Carlos, São Carlos.

VILELA, G. H. F.; SELUQUE, W.; MASCARENHAS, S. Aplicações de um novo método minimamente invasivo para monitoração de pressão intracraniana em animais. In: Workshop do Instituto de Física de São Carlos, 12., 2008, São Carlos. **Anais do XII Workshop de Física do IFSC**. São Carlos: Universidade de São Paulo, Instituto de Física de São Carlos, 2008, [s.p.].

VILELA, G. H.; CABELLA, B.; MASCARENHAS, S.; CZOSNYKA, M.; SMIELEWSKI, P.; DIAS, C.; CARDIM, D. A.; MASCARENHAS, Y. M.; WANG, C. C.; ANDRADE, R.; TANAKA, K.; LOPES, L. S.; COLLI, B. O. Validation of a New Minimally Invasive Intracranial Pressure Monitoring Method by Direct Comparison with an Invasive Technique. **Acta Neurochir Suppl**, Vienna, v. 122, n., p. 97-100, 2016.

VRIES, L. S.; PIERRAT, V.; MINAMI, T.; SMET, M.; CASAER, P. The role of short latency somatosensory evoked responses in infants with rapidly progressive ventricular dilatation. **Neuropediatrics**, Stuttgart, v. 21, n. 3, p. 136-139, ago. 1990.

WANG, V. Y.; MANLEY, G. T. Intracranial pressure monitoring. In: WINN, H. R (Org.). **Youmans Neurological Surgery**. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2011. cap. 23.

WAYENBERG, J. L. Non-invasive measurement of intracranial pressure in neonates and infants: experience with the Rotterdam teletransducer. **Acta Neurochir Suppl**, Vienna, v. 71, n., p. 70-73, 1998.

WEALTHALL, S. R.; SMALLWOOD, R. Methods of measuring intracranial pressure via the fontanelle without puncture. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, London, v. 37, n. 1, p. 88-96, jan. 1974.

WELCH, K. The intracranial pressure in infants. **J Neurosurg**, Chicago, v. 52, n. 5, p. 693-699, mai. 1980.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **J Adv Nurs**, Oxford, v. 52, n. 5, p. 546-553, dez. 2005.

YASUDA, T.; TOMITA, T.; MCLONE, D. G.; DONOVAN, M. Measurement of cerebrospinal fluid output through external ventricular drainage in one hundred infants and children: correlation with cerebrospinal fluid production. **Pediatr Neurosurg**, Basel, v. 36, n. 1, p. 22-28, jan. 2002.

YUAN, W.; MANGANO, F. T.; AIR, E. L.; HOLLAND, S. K.; JONES, B. V.; ALTAYE, M.; BIERBRAUER, K. Anisotropic diffusion properties in infants with hydrocephalus: a diffusion tensor imaging study. **Am J Neuroradiol**, Baltimore, v. 30, n. 9, p. 1792-1798, out. 2009.

ZORZETTO, R. Sob pressão. **Revista FAPESP**, São Paulo, v. 124, ed. 221, jul. 2014. Disponível em <http://revistapesquisa.fapesp.br/2014/07/15/sob-pressao/>. Acesso em 18 de novembro de 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Estratégia de busca utilizada nas diferentes bases de dados com seus respectivos descritores e sinônimos

Estratégia	Descrição	PUBMED e SCOPUS	LILACS	CINAHL
Paciente	Crianças com hidrocefalia	"Hydrocephalus"* OR Hydrocephaly OR Cerebral Ventriculomegaly OR Cerebral Ventriculomegalies OR Ventriculomegalies, Cerebral OR Ventriculomegaly, Cerebral OR Communicating Hydrocephalus OR Hydrocephalus, Communicating OR Fetal Cerebral Ventriculomegaly OR Cerebral Ventriculomegalies, Fetal OR Cerebral Ventriculomegaly, Fetal OR Fetal Cerebral Ventriculomegalies OR Ventriculomegalies, Fetal Cerebral OR Ventriculomegaly, Fetal Cerebral OR Obstructive Hydrocephalus OR Hydrocephalus, Obstructive OR Aqueductal Stenosis OR Aqueductal Stenoses OR Stenoses, Aqueductal OR Stenosis, Aqueductal OR Congenital Hydrocephalus OR Hydrocephalus, Congenital	Hidrocefalia (DeCS) OR Hidrocefalia Comunicante OR Hidrocefalia Congênita OR Hidrocefalia Obstrutiva OR Hidrocefalia Pós-Traumática	"Hydrocephalus" OR "Hydrocephaly" OR "Cerebral Ventriculomegaly" OR "Cerebral Ventriculomegalies" OR "Ventriculomegalies, Cerebral" OR "Ventriculomegaly, Cerebral" OR "Communicating Hydrocephalus" OR "Hydrocephalus, Communicating" OR Fetal "Cerebral Ventriculomegaly" OR "Cerebral Ventriculomegalies, Fetal" OR "Cerebral Ventriculomegaly, Fetal" OR "Fetal Cerebral Ventriculomegalies" OR "Ventriculomegalies, Fetal Cerebral" OR "Ventriculomegaly, Fetal Cerebral" OR "Obstructive Hydrocephalus" OR "Hydrocephalus, Obstructive" OR "Aqueductal Stenosis" OR "Aqueductal Stenoses" OR "Stenoses, Aqueductal" OR "Stenosis, Aqueductal" OR "Congenital Hydrocephalus" OR "Hydrocephalus, Congenital"
Intervenção	Métodos diagnósticos alternativos	"Diagnostic Techniques and Procedures"* OR Techniques and Procedures, Diagnostic OR Diagnostic Technics and Procedures OR Technics and Procedures, Diagnostic "Diagnostic Techniques, Neurological"* OR Diagnostic Techniques, Neurologic OR Diagnostic Technique, Neurologic OR Neurologic Diagnostic Technique OR Neurologic Diagnostic Techniques OR Technique, Neurologic Diagnostic OR Techniques, Neurologic Diagnostic OR Diagnostic Technic, Neurological OR Diagnostic Technics, Neurological OR Neurological Diagnostic Technic OR	Técnicas de Diagnóstico Neurológico (DeCS) OR Técnicas de Diagnóstico em Neurologia OR Diagnóstico por Imagem OR Diagnóstico por Imageamento OR Imageamento Diagnóstico OR Técnicas de Diagnóstico por Radioisótopos OR Técnicas e Procedimentos Diagnósticos OR Procedimentos Diagnósticos OR Diagnósticos OR Técnicas de Diagnóstico e Procedimentos OR Técnicas e Procedimentos	"Diagnostic Techniques and Procedures" OR "Techniques and Procedures, Diagnostic" OR "Diagnostic Technics and Procedures" OR "Technics and Procedures, Diagnostic" "Diagnostic Techniques, Neurological" OR "Diagnostic Techniques, Neurologic" OR "Diagnostic Technique, Neurologic" OR "Neurologic Diagnostic Technique" OR "Neurologic Diagnostic Techniques" OR "Technique, Neurologic Diagnostic" OR "Techniques, Neurologic Diagnostic" OR "Diagnostic Technic, Neurological" OR "Diagnostic Technics, Neurological" OR "Neurological Diagnostic Technic" OR

		Neurological Diagnostic Technics OR Technics, Neurological Diagnostic OR Diagnostic Technique, Neurological OR Neurological Diagnostic Technique OR Neurological Diagnostic Techniques OR Technique, Neurological Diagnostic OR Techniques, Neurological Diagnostic OR Diagnostic Technics, Neurologic OR Diagnostic Technic, Neurologic OR Neurologic Diagnostic Technic OR Neurologic Diagnostic Technics OR Technic, Neurologic Diagnostic OR Technics, Neurologic Diagnostic OR Technic, Neurological Diagnostic	de Diagnose OR Técnicas e Procedimentos de Diagnóstico OR Equipamentos para Diagnóstico	“Neurological Diagnostic Technics” OR “Technics, Neurological Diagnostic” OR “Diagnostic Technique, Neurological” OR “Neurological Diagnostic Technique” OR “Neurological Diagnostic Techniques” OR “Technique, Neurological Diagnostic” OR “Techniques, Neurological Diagnostic” OR “Diagnostic Technics, Neurologic” OR “Diagnostic Technic, Neurologic” OR “Neurologic Diagnostic Technic” OR “Neurologic Diagnostic Technics” OR “Technic, Neurologic Diagnostic” OR “Technics, Neurologic Diagnostic” OR “Technic, Neurological Diagnostic”
Comparação	-----			
Outcome	Diagnóstico de hidrocefalia	"Diagnosis"* OR Diagnoses OR Diagnoses and Examinations OR Examinations and Diagnoses OR Antemortem Diagnosis OR Antemortem Diagnoses OR Diagnoses, Antemortem OR Diagnosis, Antemortem	Diagnóstico	"Diagnosis" OR Diagnoses OR “Diagnoses and Examinations” OR “Examinations and Diagnoses” OR “Antemortem Diagnosis” OR “Antemortem Diagnoses” OR “Diagnoses, Antemortem” OR “Diagnosis, Antemortem”

APÊNDICE B: Agrupamento em categorias

Autor	Título	Revista	Ano	Método diagnóstico
Wayenberg	<i>Non-invasive measurement of intracranial pressure in neonates and infants: experience with the Rotterdam teletransducer</i>	Acta Neurochir Suppl	1998	Fontanometria
Massager et al.	<i>Anterior fontanelle pressure monitoring for the evaluation of asymptomatic infants with increased head growth rate</i>	Childs Nerv Syst	1996	
Peters et al.	<i>Non-invasive ICP monitoring in infants: the Rotterdam Teletransducer revisited</i>	Childs Nerv Syst	1995	
Pairaudeau et al.	<i>Strain-gauge fontanometry--an advance in non-invasive intracranial pressure measurement</i>	Clin Phys Physiol Meas	1990	
Rocheftort; Rolfe; Wilkinson	<i>New fontanometer for continuous estimation of intracranial pressure in the newborn</i>	Arch Dis Child	1987	
Honda; Hayashi; Kuramoto	<i>Fontanelle pressure in infants: discussion on 6 cases of macrocrania</i>	Kurume Med J	1984	
Honda; Hayashi; Kuramoto	<i>Fontanelle pressure (ICP) in infantile hydrocephalus. Investigation of ICP in 6 cases of hydrocephalus with normal head circumference and without shunting operation</i>	Kurume Med J	1984	
Vidyasagar; Raju; Chiang	<i>Clinical significance of monitoring anterior fontanel pressure in sick neonates and infants</i>	Pediatrics	1978	
Vidyasagar; Raju	<i>A simple noninvasive technique of measuring intracranial pressure in the newborn</i>	Pediatrics	1977	
Wealthall; Smallwood	<i>Methods of measuring intracranial pressure via the fontanelle without puncture</i>	J Neurol Neurosurg Psychiatry	1974	
Brett	<i>Measurement of cerebrospinal fluid pressure in infants without puncture</i>	Dev Med Child Neurol	1966	Ressonância Magnética
Singhal et al.	<i>Does optic nerve sheath diameter on MRI decrease with clinically improved pediatric hydrocephalus?</i>	Childs Nerv Syst	2013	
Mashima et al.	<i>High-resolution magnetic resonance imaging of the intraorbital optic nerve and subarachnoid space in patients with papilledema and optic atrophy</i>	Arch Ophthalmol	1996	
Leliefeld et al.	<i>Magnetic resonance imaging for quantitative flow measurement in infants with hydrocephalus: a prospective study</i>	J Neurosurg Pediatr	2008	
Rajagopal et al.	<i>White matter microstructural abnormality in children with hydrocephalus detected by probabilistic diffusion tractography</i>	AJNR Am J Neuroradiol	2013	
Leliefeld et al.	<i>Noninvasive detection of the distinction between progressive and compensated hydrocephalus in infants: is it possible?</i>	J Neurosurg Pediatr	2010	
Yuan et al.	<i>Anisotropic diffusion properties in infants with hydrocephalus: a diffusion tensor imaging study</i>	AJNR Am J Neuroradiol	2009	
Assaf et al.	<i>Diffusion tensor imaging in hydrocephalus: initial experience</i>	AJNR Am J Neuroradiol	2006	
Segev et al.	<i>Morphometric study of the midsagittal MR imaging plane in cases of hydrocephalus and atrophy and in normal brains</i>	AJNR Am J Neuroradiol	2001	Potencial evocado
McPherson; Amlie; Foltz	<i>Auditory brainstem response in infant hydrocephalus</i>	Childs Nerv Syst	1985	

Kraus et al.	<i>Auditory brain-stem responses in hydrocephalic patients</i>	Electroencephalogr Clin Neurophysiol	1984	
Vries et al.	<i>The role of short latency somatosensory evoked responses in infants with rapidly progressive ventricular dilatation</i>	Neuropediatrics	1990	
Ramírez et al.	<i>Potenciales provocados visuales en niños con hidrocefalia post-hemorrágica y congénita</i>	Perinatol. reprod. Hum	1999	
Sklar; Ehle; Clark	<i>Visual evoked potentials: a noninvasive technique to monitor patients with shunted hydrocephalus</i>	Neurosurgery	1979	
McAuley; Paterson; Sweeney	<i>Optic nerve sheath ultrasound in the assessment of paediatric hydrocephalus</i>	Childs Nerv Syst	2009	
Leliefeld et al.	<i>New transcranial Doppler index in infants with hydrocephalus: transsystolic time in clinical practice</i>	Ultrasound Med Biol	2009	
Lam; Drake; Cobbold	<i>Noninvasive cerebrospinal fluid shunt flow measurement by Doppler ultrasound using ultrasonically excited bubbles: a feasibility study</i>	Ultrasound Med Biol	1999	
Kuchiwaki et al.	<i>Continuous recording of changes in intracranial pressure using interference echoes of ultrasonic wave: a preliminary report of practicality and clinical evaluation</i>	J Clin Ultrasound	1992	
Chambers et al.	<i>The clinical application of non-invasive intracranial blood volume pulse wave monitoring</i>	Physiol Meas	2005	Ultrasonografia
Madsen et al.	<i>Evaluation of the ShuntCheck noninvasive thermal technique for shunt flow detection in hydrocephalic patients</i>	Neurosurgery	2011	Termografia
Caldarelli et al.	<i>A technique for evaluation of CSF shunt patency using telethermography</i>	Neuropediatrics	1981	
Firsching et al.	<i>Noninvasive assessment of intracranial pressure with venous ophthalmodynamometry. Clinical article</i>	J Neurosurg	2011	Oftalmodinano metria
Motschmann et al.	<i>Ophthalmodynamometry: a reliable method for measuring intracranial pressure</i>	Strabismus	2001	
Firsching et al.	<i>Venous ophthalmodynamometry: a noninvasive method for assessment of intracranial pressure</i>	J Neurosurg	2000	
Samuel; Burge; Marchbanks	<i>Tympanic membrane displacement testing in regular assessment of intracranial pressure in eight children with shunted hydrocephalus</i>	J Neurosurg	1998	
Samuel; Burge; Marchbanks	<i>Quantitative assessment of intracranial pressure by the tympanic membrane displacement audiometric technique in children with shunted hydrocephalus</i>	Eur J Pediatr Surg	1998	
Moss; Marchbanks; Burge	<i>Non-invasive assessment of ventricular shunt function using tympanic membrane displacement measurement technique</i>	Z Kinderchir	1990	Timpanometria
Reid et al.	<i>Mean intracranial pressure monitoring by a non-invasive audiological technique: a pilot study</i>	J Neurol Neurosurg Psychiatry	1989	
Moss et al.	<i>Comparison of intracranial pressure between spina bifida patients and normal subjects using a non-invasive pressure assessment technique</i>	Z Kinderchir	1989	
Mani; Townsend	<i>The EEG in benign intracranial hypertension</i>	Electroencephalogr Clin Neurophysiol	1964	Eletroencefalograma
Sariego et al.	<i>Medición de emisiones otoacústicas productos de distorsión en pacientes pediátricos con hidrocefalia pre y postcirugía derivativa</i>	Rev. otorrinolaringol. cir. cabeza cuello	2004	Emissões otoacústicas
Reigel et al.	<i>Transcephalic impedance in neonatal hydrocephalics with myelomeningocele</i>	Surg Forum	1975	Impedância Bioelétrica encefálica

APÊNDICE C: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE
MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE
SÃO PAULO

Prezado (a) senhor (a), gostaria de convidar a criança _____, sob a responsabilidade legal de _____, RG: _____, grau de parentesco: _____, para participar de uma pesquisa sobre “MONITORIZAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO INTRACRANIANA EM CRIANÇAS COM HIDROCEFALIA”. Esta pesquisa está sendo realizada por uma equipe de pesquisadores da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto em parceria com o Instituto de Física de São Carlos, ambos da Universidade de São Paulo e tem como objetivo entender melhor e tratar mais adequadamente as crianças que sofrem de hidrocefalia e futuramente tomar medidas para ajudar a reconhecer a doença e melhorar seu tratamento. Ajudaria também a desenvolver um sistema novo para avaliar a pressão cerebral com custos muito menores que os equipamentos disponíveis no mercado. Os resultados desta pesquisa poderão contribuir com o conhecimento em hidrocefalia e, conseqüentemente para a melhoria na condução e tratamento dos pacientes portadores desta doença.

Hidrocefalia é uma doença grave que consiste no acúmulo de líquido dentro da cabeça das crianças causado principalmente por mielomeningocele e hemorragia peri e intraventricular (hemorragia cerebral dos bebês prematuros). O diagnóstico dessa doença na maioria das vezes é simples, porém, quando a criança precisa colocar uma derivação (válvula), muitas vezes é difícil avaliar com certeza se ela está funcionando adequadamente. Atualmente os métodos para avaliar a hidrocefalia podem falhar ou atrasar o tratamento adequado, além de oferecerem maiores riscos para a criança (punção do reservatório da válvula)

Buscando um método de medir a pressão cerebral com o mínimo de prejuízo para o paciente, o Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo, desenvolveu um sistema de monitorização em que um pequeno aparelho de aproximadamente 5x3cm com componentes de metal e plástico, será colocado em cima pele da cabeça da criança e fixado com uma faixa sem causar qualquer dor ou desconforto e as informações obtidas com o paciente em posição neutra a com o corpo abaixado ou levantado serão registradas em um computador.

VERSO

Sua participação consistirá em autorizar a instalação deste dispositivo na criança, o procedimento leva ao todo 20 minutos, é indolor, e não apresenta riscos de sangramento, infecção, choques elétricos e não haverá necessidade de retirar o cabelo ou alteração estética.

As informações obtidas são sigilosas, confidenciais, e só serão utilizadas para fins de pesquisa, garantido o seu anonimato e privacidade na apresentação ou divulgação dos resultados. Esta pesquisa é financiada pelo Hospital das Clínicas, pelo Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e, assim como o seu tratamento, vai ser pago pelo governo, sem nenhum custo para você ou sua família. Não haverá compensações financeiras, ressarcimentos, nem qualquer tipo de custo adicional para você, sendo a participação da criança nesse estudo absolutamente livre e voluntária.

Qualquer informação adicional poderá ser fornecida em todas as fases da pesquisa pelos pesquisadores abaixo relacionados. Você e sua família estão livres para decidir se querem ou não autorizar a participação da criança nesta pesquisa e sua decisão não mudará a forma como vocês serão atendidos neste hospital. Vocês também estão livres para retirar a criança da pesquisa a qualquer momento que quiserem, sem nenhum problema ou prejuízo no tratamento.

Uma via desta declaração deve ficar com o (a) Sr. (a).

Ribeirão Preto, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do responsável

Telefone:

Certos de estarmos contribuindo com o conhecimento e tratamento da Hidrocefalia em Crianças, para a melhoria da saúde da população, contamos com a sua preciosa participação.

Atenciosamente,

Dr. Matheus Fernando Manzolli Ballesterio (CRM130.151)
Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
da Universidade de São Paulo
Av. Bandeirantes, 3900,
Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil 14049-900
Telefone: (16) 36022592 e (16) 81990006
E-mail: ballesterio@gmail.com

Dr. Ricardo Santos de Oliveira
(CRM 81527)
Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão
Preto da Universidade de São Paulo
Av. Bandeirantes, 3900,
Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil 14049-900
Telefone: (16) 36022593
E-mail: rsoliveira30@gmail.com

APÊNDICE D – Termo de assentimento do menor

Você, _____, está sendo convidado para participar da pesquisa “MONITORIZAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO INTRACRANIANA EM CRIANÇAS COM HIDROCEFALIA”, no Ambulatório de Neurocirurgia Pediátrica do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto. Seus pais ou responsáveis permitiram que você participe.

Queremos saber como funciona a hidrocefalia e tratá-la melhor, por meio de um sistema novo que mede a pressão cerebral. A Hidrocefalia é uma doença, causada pelo excesso de líquido dentro da cabeça e, quando é preciso colocar uma válvula, temos que saber se ela está funcionando. O que estamos procurando é uma maneira de fazer isso da melhor forma possível, segura, sem dor ou desconforto. Esse novo aparelho é pequeno, seguro, feito de metal e plástico, será colocado em cima da sua cabeça e preso com um elástico, ele dá as informações da pressão cerebral que serão guardadas em um computador, assim poderemos saber, no futuro, se a pressão está normal.

Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. E caso você fique com dúvida ou precise de alguma informação pode nos procurar nos telefones e email abaixo.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão sair em revistas científicas, mas sem mostrar os nomes das crianças que participaram.

Eu aceito participar da pesquisa “MONITORIZAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO INTRACRANIANA EM CRIANÇAS COM HIDROCEFALIA”. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar bravo. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Recebi uma via deste documento, li e concordo em participar da pesquisa.

Ribeirão Preto, ____ de _____ de _____.

Assinatura do menor

Obrigado por nos ajudar, assim vamos poder colaborar com o conhecimento e tratamento da Hidrocefalia em Crianças.

Dr. Matheus Fernando Manzolli Ballesterro
(CRM130.151)

Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
Av. Bandeirantes, 3900,
Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil 14049-900
Telefone: (16) 36022592 e (16) 81990006
E-mail: ballesterro@gmail.com

Dr. Ricardo Santos de Oliveira (CRM 81527)

Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
Av. Bandeirantes, 3900,
Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil 14049-900
Telefone: (16) 36022593
E-mail: rsoliveira30@gmail.com

APÊNDICE E: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Grupo D:

Controle

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE
MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE
SÃO PAULO

Prezado (a) senhor (a), gostaria de convidar a criança _____, sob a responsabilidade legal de _____, RG: _____, grau de parentesco: _____, para participar na qualidade de pertencente ao grupo controle da pesquisa sobre “MONITORIZAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO INTRACRANIANA EM CRIANÇAS COM HIDROCEFALIA”. Esta pesquisa está sendo realizada por uma equipe de pesquisadores da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo e tem como objetivo entender melhor e tratar mais adequadamente as crianças que sofrem de hidrocefalia e futuramente tomar medidas para ajudar a reconhecer a doença e melhorar seu tratamento. No caso da criança sob sua responsabilidade, que não possui nenhuma doença cerebral, a participação será importante para que possamos estabelecer os parâmetros referentes a normalidade. Desta forma, ajudando a desenvolver um sistema novo para avaliar a pressão cerebral com custos muito menores que os equipamentos disponíveis no mercado. Os resultados desta pesquisa poderão contribuir com o conhecimento em hidrocefalia e, conseqüentemente para a melhoria na condução e tratamento dos pacientes portadores desta doença.

Hidrocefalia é uma doença grave que consiste no acúmulo de líquido dentro da cabeça das crianças causado principalmente por mielomeningocele e hemorragia peri e intraventricular (hemorragia cerebral dos bebês prematuros). O diagnóstico dessa doença na maioria das vezes é simples, porém, quando a criança precisa colocar uma derivação (válvula), muitas vezes é difícil avaliar com certeza se ela está funcionando adequadamente. Atualmente os métodos para avaliar a hidrocefalia podem falhar ou atrasar o tratamento adequado, além de oferecerem maiores riscos para a criança (punção do reservatório da válvula). Buscando um método de medir a pressão cerebral com o mínimo de prejuízo para o paciente, foi desenvolvido um sistema de monitorização em que um pequeno aparelho de aproximadamente 5x3cm com componentes de metal e plástico, será colocado em cima pele da cabeça da criança e fixado com uma faixa sem causar qualquer dor ou desconforto e as informações obtidas com o paciente em posição neutra a com o corpo abaixado ou levantado serão registradas em um computador.

Para podermos afirmar com mais segurança que esse método é bom para medir a pressão cerebral, precisamos comparar os resultados com os de crianças saudáveis, ou seja que não tenham doenças cerebrais. Assim, sua participação consistirá em autorizar a instalação deste dispositivo na criança, o procedimento leva ao todo 20 minutos, é indolor, não haverá necessidade de retirar o cabelo ou alteração estética, também não é necessária nenhuma roupa especial, apenas que a criança se deite de barriga para cima e permaneça parada durante o tempo de leitura do aparelho. Esta etapa será realizada aqui mesmo, na Unidade de Saúde da Família, em um dos consultórios, antes ou após a consulta médica já agendada para hoje.

O uso deste dispositivo não apresenta nenhum risco de sangramento, infecção e/ou choques elétricos. No entanto a criança pode ficar incomodada com a colocação da fita ao redor

de sua cabeça. Caso isso ocorra, estaremos ao seu lado para acalmá-la, explicando e demonstrando que se trata de um procedimento que não causará dor ou complicações para ela.

As informações obtidas são sigilosas, confidenciais, e só serão utilizadas para fins de pesquisa, garantido o seu anonimato e privacidade na apresentação ou divulgação dos resultados. Esta pesquisa é financiada pelo Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e não trará nenhum custo para você ou sua família. Não haverá compensações financeiras, ressarcimentos, nem qualquer tipo de custo adicional para você, sendo a participação da criança nesse estudo absolutamente livre e voluntária. Desta forma, você e sua família não terão benefícios diretos com a realização desta pesquisa. Contudo, esta será importante para ampliar o conhecimento e possibilidade de tratamento da Hidrocefalia em Crianças, melhorando assim a saúde da população.

Se você concordar que a criança participe, por favor, assine duas vias deste documento, que se chama Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Você receberá uma via deste Termo assinada pelos pesquisadores e poderá entrar em contato a qualquer momento para retirar suas dúvidas, no telefone (16) 3602-2593 ou no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo na Avenida Bandeirantes, 3900 – Campus Universitário, Ribeirão Preto – São Paulo, CEP: 14.040-902.

A presente pesquisa foi analisada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pois respeita as questões éticas necessárias para sua realização. O Comitê de Ética em Pesquisa também tem por finalidade proteger as pessoas que participam de pesquisas e preservar seus direitos. Assim, se for necessário, entre em contato com esse Comitê de Ética em Pesquisa para obter maiores informações pelo telefone (16) 3602-2228, das 8 às 17 horas, de segunda a sexta-feira.

Tanto você quanto a própria criança estão livres para decidir se querem ou participar desta pesquisa e sua decisão não mudará a forma como vocês serão atendidos nesta Unidade de Saúde. Podendo, ainda, retirarem-se da pesquisa a qualquer momento.

Participante

Nome do participante: _____

Nome do responsável: _____

Assinatura: _____ Data: _____

Pesquisadores

Nome: *Matheus Fernando Manzolli Ballesterio*

Assinatura: _____ Data: _____

Nome: *Ricardo Santos de Oliveira*

Assinatura: _____ Data: _____

APÊNDICE F: Termo de assentimento do menor - Controles

Você, _____, está sendo convidado para participar da pesquisa “MONITORIZAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO INTRACRANIANA EM CRIANÇAS COM HIDROCEFALIA”, na Unidade de Saúde da Família. Seus pais ou responsáveis permitiram que você participe.

Queremos saber como funciona a hidrocefalia e tratá-la melhor, por meio de um sistema novo que mede a pressão cerebral. A Hidrocefalia é uma doença, causada pelo excesso de líquido dentro da cabeça e, quando é preciso colocar uma válvula, temos que saber se ela está funcionando. O que estamos procurando é uma maneira de fazer isso da melhor forma possível, segura, sem dor ou desconforto. Esse novo aparelho é pequeno, seguro, feito de metal e plástico, será colocado em cima pele da sua cabeça e preso com um elástico, ele dá as informações da pressão cerebral que serão guardadas em um computador, assim poderemos saber, no futuro, se a pressão está normal.

Para sabermos se esse aparelho funciona bem precisamos das medidas de crianças sem problemas cerebrais, como você. Assim, precisamos instalar esse aparelho em você e anotar os valores. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. E caso você fique com dúvida ou precise de alguma informação pode nos procurar no telefone (16) 3602-2593 ou no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo na Avenida Bandeirantes, 3900 – Campus Universitário, Ribeirão Preto – São Paulo, CEP: 14.040-902.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão sair em revistas científicas, mas sem mostrar os nomes das crianças que participaram.

Iremos colocar um aparelho em sua cabeça, ele é preso com um elástico e não vai doer, mas se você estiver com medo, podemos conversar mais e mostrar que não dói nem dá choque. Mesmo você não tendo nenhuma doença, sua participação é importante para podermos tratar as crianças doentes.

Caso não queira participar pode dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar bravo. E, se tiver mais alguma dúvida, poderá conversar conosco.

Você receberá uma via deste documento.

Participante

Nome do participante: _____

Assinatura: _____ Data: _____

Pesquisadores

Nome: *Matheus Fernando Manzolli Ballesterio*

Assinatura: _____ Data: _____

Nome: *Ricardo Santos de Oliveira*

Assinatura: _____ Data: _____

APÊNDICE G: Dados Obtidos na Monitorização – Grupos A, B e C

Paciente	P2/P1	Inclinação		Idade	Revisões	DIAGNÓSTICO	Grupo
1	0,767442	P1>P2	56,003541	4,39	0	Seio dérmico cerebelar	B
2	0,553191	P1>P2	54,740000	3,86	5	MMC	B
3	1,030075	P2>P1	47,973954	13,82	0	Estenose de aqueduto	C
4	0,473684	P1>P2	79,510000				
5	0,938776	P1>P2	75,688959	11,41	0	HIC Idiopática	A
6	0,778947	P1>P2	60,843082	1,37	0	Esquizencefalia	B
7	0,740741	P1>P2	59,875682	3,18	0	MMC	B
8	0,910000	P1>P2	64,826475	12,95	0	Neoplasia terceiro ventrículo	B
9	1,047619	P2>P1	74,140634	2,19	0	Hidrocefalia comunicante n/e	C
10	0,704918	P1>P2	51,225829				
11	1,021505	P2>P1	71,012376	9,71	2	Cisto dermóide da fossa posterior	C
12	0,415617	P1>P2	66,270000				
13	0,764045	P1>P2	64,736901	9,95	2	Prematuridade	B
14	0,810811	P1>P2	86,589858	5,01	2	MMC	B
15	0,704545	P1>P2	25,752637	4,90	1	Cisto aracnóide	B
16	0,783784	P1>P2	23,000342	6,69	0	Hemorragia da prematuridade	B
17	0,797872	P1>P2	50,004610	9,02	2	Gloma das vias ópticas	B
18	0,644444	P1>P2	58,570434	15,17	2	Hidrocefalia congênita n/e	B
19	0,806818	P1>P2	68,310935	16,16	1	Hidrocefalia comunicante a/e	B
20	0,648649	P1>P2	49,548951	1,31	1	MMC	B
21	0,595745	P1>P2	50,107851	2,95	0	Esquizencefalia	B
22	0,632653	P1>P2	46,193489	2,40	0	Hidrocefalia congênita n/e	A
23	0,813187	P1>P2	60,732005	2,31	0	Hemorragia da prematuridade	B
24	0,727273	P1>P2	51,766175	17,17	2	MMC	B
25	0,428571	P1>P2	40,314100	7,35	0	Síndrome de Arnold Chiari 1	B
26	0,869565	P1>P2	58,219085	4,73	0	Síndrome de Dandy Walker	B
27	0,711340	P1>P2	66,587886	0,30	0	Hidrocefalia congênita n/e	C
28	0,738095	P1>P2	59,743563	0,17	0	Hidrocefalia congênita n/e	
29	0,656566	P1>P2	67,999302				
30	0,695652	P1>P2	58,671307	1,06	0	Hidrocefalia congênita n/e	B
31	0,670330	P1>P2	61,21338169	0,99	0	Hidrocefalia congênita n/e	B
32	1,058824	P2>P1	67,624286	3,48	1	Hidrocefalia congênita n/e	C
33	0,956989	P1>P2	57,800192				

APÊNDICE H: Dados Obtidos na Monitorização – Grupo D

Paciente	P2/P1		Inclinação	Idade	Grupo
1	0,714286	P1>P2	59,14579549	5,68	D
2	0,839506	P1>P2	63,71858898	5,75	D
3	0,752809	P1>P2	61,66086796	4,81	D
4	0,878049	P1>P2	64,56378362	15,02	D
5	0,867347	P1>P2	70,34617594	16,07	D
6	0,687500	P1>P2	56,47552675	10,81	D
7	0,836957	P1>P2	75,96375653	14,56	D
8	0,796117	P1>P2	68,29456325	10,15	D
9	0,800000	P1>P2	63,19421167	4,94	D
10	0,741935	P1>P2	75,52970590	8,37	D
11	0,757282	P1>P2	74,27525428	10,19	D
12	0,685714	P1>P2	65,43282868	11,19	D
13	0,589041	P1>P2	71,80083495	7,22	D
14	0,545455	P1>P2	70,01689348	5,34	D
15	0,523077	P1>P2	54,13017648	4,82	D
16	0,677419	P1>P2	75,52970590	14,08	D
17	0,528302	P1>P2	73,20162822	12,58	D
18	0,827957	P1>P2	71,56505118	5,69	D
19	0,747253	P1>P2	78,20657032	8,30	D
20	0,844444	P1>P2	76,86597769	15,51	D
21	0,943820	P1>P2	77,33493623	17,10	D
22	0,547619	P1>P2	55,37584492	7,44	D
23	0,736264	P1>P2	63,18365316	5,05	D
24	0,662651	P1>P2	63,71173788	9,95	D
25	0,853659	P1>P2	85,12072622	12,84	D
26	0,764706	P1>P2	51,03325301	2,81	D
27	0,620253	P1>P2	89,99510052	0,42	D
28	0,703297	P1>P2	76,81670816	11,68	D

ANEXOS

ANEXO A – Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 16 de maio de 2013

Ofício nº 1807/2013
CEP/MGV

PROCESSO HCRP nº 4790/2013

Prezados Pesquisadores,

O trabalho intitulado **“MONITORIZAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO INTRACRANIANA EM CRIANÇAS COM HIDROCEFALIA”**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 366ª Reunião Ordinária realizada em 13/05/2013, e enquadrado na categoria: **APROVADO**, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Termo de Assentimento.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 196/96 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa. De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Atenciosamente.

DRª MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores
MATHEUS FERNANDO MANZOLLI BALLESTERO
DR. RICARDO SANTOS DE OLIVEIRA
Depto. de Cirurgia e Anatomia

Campus Universitário – Monte Alegre
14048-900 Ribeirão Preto SP

Comitê de Ética em Pesquisa do HCRP e FMRP-USP
FWA-00002733, IRB-00002186 e Registro PB/CONEP nº 5440
(016) 3602-2228
cep@hcrp.usp.br

www.hcrp.usp.br

ANEXO B – Aprovação da Emenda pelo Comitê de Ética em Pesquisa

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 08 de junho de 2016

Ofício nº 1920/2016
CEP/MGV

PROCESSO HCRP nº 4790/2013

“AVALIAÇÃO DE MÉTODO NÃO INVASIVO PARA MONITORIZAÇÃO DA PRESSÃO INTRACRANIANA EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES PORTADORES DE HIDROCEFALIA”

Prezados Senhores,

O Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 429ª Reunião Ordinária, realizada em 06/06/2016, analisou a Emenda e aprovou: o Projeto de pesquisa – versão 5, de 23/05/2016; o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Controle – versão 2, de 23/05/2016 e o Termo de Assentimento – Controle – versão 2, de 23/05/2016.

Atenciosamente.

DRª. MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética
em Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores

MATHEUS FERNANDO MANZOLLI BALLESTERO
Dr. RICARDO SANTOS DE OLIVEIRA (Orientador)
Depto. de Cirurgia e Anatomia

Depto. de Cirurgia e Anatomia

Recabi Sandra

Data 16.06.16

Hora 9:30

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Campus Universitário – Monte Alegre
14048-900 Ribeirão Preto SP

Comitê de Ética em Pesquisa do HCRP e FMRP-USP
FWA-00002733; IRB-00002186 e
Registro Plataforma Brasil / CONEP nº 5440
(016) 3602-2228
cep@hcrp.usp.br

www.hcrp.usp.br

ANEXO C – Autorização para coleta de dados no município de Araraquara-SP

SECRETARIA DE SAÚDE
ARARAQUARA
DESENVOLVIMENTO PARA TODOS

Declaração

Araraquara, 23 de junho de 2015

Declaro para os devidos fins e efeitos legais, objetivando atender as exigências para a obtenção de parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – CEPESH, e como representante legal da instituição, que tomei conhecimento do projeto de pesquisa intitulado **"Monitorização Não Invasiva Da Pressão Intracraniana Em Crianças Com Hidrocefalia"** do pesquisador responsável Matheus Fernando Manzolli Ballesterro. Declaro, ainda, que cumprirei os termos da resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012 e suas complementares e que esta instituição está de acordo com o desenvolvimento do projeto. Autorizo, portanto, a sua execução nos termos propostos, condicionando seu início à apresentação do parecer favorável do CEPESH.

Maria do Rosário Quinello Carnesecca

Gerente da Educação Permanente

Secretaria Municipal de Saúde de Araraquara

MARIA DO ROSÁRIO Q. CARNESECCA
GERENTE DE EDUCAÇÃO PERMANENTE
SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE

ANEXO D – Declaração de Ausência de Vínculo Empresarial e Comercial **Braincare Desenvolvimento e Inovação Tecnológica LTDA****DECLARAÇÃO DE AUSÊNCIA DE VÍNCULO EMPRESARIAL E
COMERCIAL**

Declaro para os devidos fins que não a empresa Braincare não possui relações de interesse comercial ou empresarial com os pesquisadores: Matheus Fernando Manzolli Ballesterio e Ricardo Santos de Oliveira.

Sem mais,

São Carlos, 10 de fevereiro de 2016

Gustavo Henrique Frigieri Vilela
Diretor

ANEXO E – Certificado de apresentação no XI Congresso Brasileiro de Neurocirurgia Pediátrica.

<p>XI Congresso Brasileiro de Neurocirurgia Pediátrica</p>		<p>I Joint Meeting ESPN EUROPEAN SOCIETY for PEDIATRIC NEUROSURGERY</p> <p>CERTIFICADO</p> <p>Matheus Fernando Manzolli Ballesterio</p> <p>Certificamos que</p> <p>Obteve pontuação máxima com o trabalho</p> <p>“MONITORIZAÇÃO DA PRESSÃO INTRACRANIANA NÃO INVASIVA EM CRIANÇAS”</p> <p>no XI Congresso Brasileiro de Neurocirurgia Pediátrica, de 24 a 27 de junho de 2015, Belém-PA.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="1013 1534 1236 2004"> Dra. Nelci Zanon Presidente Sociedade Brasileira de Neurocirurgia Pediátrica </div> <div data-bbox="1013 638 1236 1534"> Dra. Simone Rogério Presidente XI Congresso Brasileiro de Neurocirurgia Pediátrica </div> </div> <p>Certificamos que</p>	<p>REALIZAÇÃO</p> <p>ORGANIZAÇÃO</p>
---	---	--	--

ANEXO F– Certificado de apresentação na 67ª Reunião Anual SBPC

67ª

REUNIÃO ANUAL DA SBPC

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
12 a 18 de julho de 2015
São Carlos • SP • Brasil

CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho **MONITORIZAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO INTRACRANIANA EM CRIANÇAS COM HIDROCEFALIA**, de autoria de *Matheus F. M. Ballesterio, Ricardo S. Oliveira, Gustavo H. F. Vilela, Sérgio Mascarenhas, Brenno C. T. Cabella e Francisco Talarico*, foi apresentado, na forma de pôster, na 67ª Reunião Anual da SBPC, realizada de 12 a 18 de julho de 2015, na Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos/SP, Brasil.

Emissão: Julho de 2015.

Certificado nº AT67RA5875 - Este número permite a verificação da autenticidade deste documento no site da SBPC:
<http://www.sbsonet.org.br/site/eventos/certificados.php>

Helena B. Nader
Presidente da SBPC

Regina P. Markus
Secretária Geral da SBPC
Coordenadora da 67ª Reunião Anual