

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA**

BENEDITO JAMILSON ARAÚJO PEREIRA

**IMPACTO DA INTRODUÇÃO DO MICRODOPPLER VASCULAR PARA A
AVALIAÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO CEREBRAL DURANTE A
MICROCIRURGIA DE ANEURISMAS INTRACRANIANOS**

***SÃO PAULO
2013***

BENEDITO JAMILSON ARAÚJO PEREIRA

**IMPACTO DA INTRODUÇÃO DO MICRODOPPLER VASCULAR PARA A
AVALIAÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO CEREBRAL DURANTE A
MICROCIRURGIA DE ANEURISMAS INTRACRANIANOS**

*Dissertação de mestrado apresentado ao Programa
de Pós-graduação em Medicina da Universidade
Nove de Julho, para obtenção de título de Mestre em
Medicina*

Orientador: Prof. Dr. Jean Gonçalves de Oliveira

**SÃO PAULO
2013**

Dados Internacionais de Catalogação Pública (CIP)

Preparada pela Biblioteca da Faculdade de Medicina da
Universidade Nove de Julho

© reprodução autorizada pelo autor

Pereira, Benedito Jamilson Araújo.

Impacto da introdução do microdoppler vascular para a avaliação do
fluxo sanguíneo cerebral durante a microcirurgia de aneurismas
intracranianos. / Benedito Jamilson Araújo Pereira. 2013.

74f

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE,
São Paulo, 2013.

Orientador (a): Prof. Dr. Jean Gonçalves de Oliveira.

1. Aneurisma cerebral. 2. Microcirurgia vascular. 3. Ultrassom
doppler.

2. I. Oliveira Jean Gonçalves de.

II. Título

CDU 616

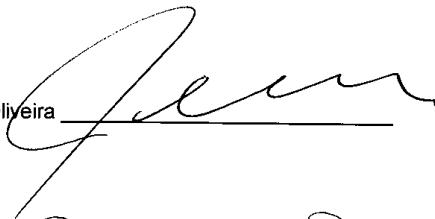
São Paulo, 18 de dezembro de 2013.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno(a): Benedito Jamilson Araújo Pereira

Título da Dissertação: "Impacto da introdução do microdoppler vascular para a avaliação do fluxo sanguíneo cerebral durante a microcirurgia de aneurismas intracranianos"

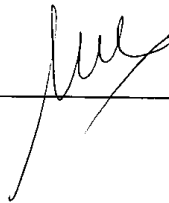
Presidente: PROF. DR. Jean Gonçalves de Oliveira



PROF. DR. Paulo Henrique Pires de Aguiar



Membro: PROFA. DRA. Maria Cristina Chavantes



DEDICATÓRIA:

Dedico esta dissertação de mestrado, aos meus pais Antônio Pereira da Silva e Maria Araújo Pereira, ao meu irmão Jailson Araújo Pereira, maiores incentivadores e responsáveis por todas as vitórias de minha vida.

Ao meu orientador e exemplo de profissional, neurocirurgião, médico e antes de tudo um amigo, Dr. Jean Gonçalves de Oliveira, que acreditou no meu potencial e dedicou seu tempo para o desenvolvimento deste projeto, o meu agradecimento mais que fraternal.

A equipe de Neurocirurgia CENNA do Hospital Real e Benemérita Sociedade Portuguesa de Beneficência de São Paulo, representada pelo Dr. Carlos Vanderlei Medeiros de Holanda, que além de trazer valiosos ensinamentos profissionais, permitiu que pudesse realizar dois sonhos: minha residência e meu mestrado. Aos meus preceptores e colegas de residência que me ajudaram a conciliar as duas atividades.

A minha namorada e companheira, Luciana Fernandes, por me apoiar de forma irrestrita na realização deste sonho.

Aos meus professores Rafael Rodrigues Holanda e Luciano Ferreira de Holanda, por me orientarem nos primeiros passos da minha carreira profissional, e por servirem de exemplo para minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Dr. Carlos Vanderlei Medeiros de Holanda, chefe do Centro Especializado em Neurologia Neurocirurgia Associados (CENNA), do Hospital Beneficência Portuguesa de São Paulo (BPSP), por permitir estudar os casos atendidos pela equipe.

Agradeço ao Prof. Dr. Jean Gonçalves de Oliveira, meu orientador e chefe do Departamento de Neurocirurgia Cerebrovascular da equipe CENNA, por permitir estudar os casos operados, utilizar imagens próprias, bem como utilizar de seu material próprio para desenvolvimento da pesquisa; além de um agradecimento especial, pela dedicação e incentivo a esta pesquisa.

Agradeço a Universidade Nove de Julho (UNINOVE), ao corpo docente pelos conhecimentos adquiridos e pela oportunidade de realizar esta pós-graduação.

“Feliz daquele que transmite aquilo que sabe, e aprende aquilo que ensina”.
Cora Coralina

SUMÁRIO

PÁG.

LISTA DE ABREVIATURAS

LISTA DE SÍMBOLOS

LISTA DE SIGLAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

SUMMARY

1- INTRODUÇÃO.....	1
2- OBJETIVOS.....	5
3- REVISÃO DA LITERATURA.....	7
3.1- FLUXO SANGUÍNEO CEREBRAL.....	8
3.2- AVALIAÇÃO INTRA-OPERATÓRIA DO FLUXO SANGUÍNEO CEREBRAL.....	8
3.3- ESTENOSE OU OCLUSÃO ARTERIAL E INFARTO ISQUÊMICO APÓS CIRURGIAS DE ANEURISMAS CEREBRAIS....	9
3.4- ELETROENCEFALOGRAMA E POTENCIAL EVOCADO TRANS-OPERATÓRIO.....	10
3.5- ANGIOGRAFIA DOS VASOS CEREBRAIS COM SUBTRAÇÃO DIGITAL TRANS-OPERATÓRIA.....	12
3.6- VÍDEOANGIOGRAFIA COM INDOCIANINA.....	14
3.7- ULTRASSOM DOPPLER.....	16
4- CASUÍSTICAS E MÉTODOS.....	18
4.1- METODOLOGIA.....	19
4.2- MÉTODOS ESTATÍSTICOS.....	21
4.3-CASUÍSTICAS.....	22
5- RESULTADOS.....	25
5.1- ESCALAS DE AVALIAÇÃO CLÍNICA.....	26
5.2- AVALIAÇÃO DOS EXAMES DE IMAGEM.....	27
6- DISCUSSÃO.....	31
7- CONCLUSÕES.....	34
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
9- APÊNDICES.....	46

Esta tese está de acordo com:

Universidade Nove de Julho. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação
Sistema de Bibliotecas José Storópoli.

Manual para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos de acordo com a ABNT- 1ª ed- São Paulo:
Divisão de Biblioteca e Documentação-PPGM UNINOVE, 2012.

41p

Abreviatura dos títulos de periódicos de acordo com *List of Journals indexed in Index Medicus*

LISTA DE ABREVIATURAS

5-ALA: Ácido 5-amino-levulínico

A1: Primeira Porção da artéria cerebral anterior

AChA: Artéria coróidea anterior

ACI-BIF: Bifurcação da Artéria Carótida Interna

ACM: Artéria Cerebral Média

ACoA: Artéria Comunicante Anterior

ACoP: Artéria Comunicante Posterior

ADS: Angiografia digital por subtração

AVE: Acidente Vascular Encefálico

CAAE: Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

DACA: Ramo distal da Artéria Cerebral Anterior

DC: Doppler Colorido

DCNT: Doenças Crônicas Não Transmissíveis

EEG: Eletroencefalograma

FSC: Fluxo Sanguíneo Cerebral

G1: Grupo que não foi utilizado o Ultrassom Doppler na cirurgia

G2: Grupo em que o Ultrassom Doppler foi utilizado durante a cirurgia

GOS: *Glasgow Outcome Scale*

HH: Hunt-Hess

HSA: Hemorragia Subaracnóidea Aneurismática

ICV: Indocianina Verde

MAV: Malformação Arteriovenosa

MRS: Escala de Rankin Modificada

P1: Primeiro segmento da artéria cerebral posterior

PARACLIN: Segmento Paraclinóideo da Artéria Carótida Interna

PD: Power Doppler

PEM: Potencial Evocado Motor

PESS: Potencial Evocado Somatossensorial

SCA: Artéria Cerebelar Superior

USD: Ultrassom Doppler

LISTA DE SÍMBOLOS

Mhz: Mega-hertz

nm: Nanômetro

χ^2 : Teste Qui-Quadrado

LISTA DE SIGLAS

BPSP: Hospital Beneficência Portuguesa de São Paulo

CENNA: Centro Especializado Neurologia e Neurocirurgia Associados

PPGM: Programa de Pós-Graduação em Medicina

UNINOVE: Universidade Nove de Julho

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Escala de Hunt-Hess

Tabela 2- Escala de Rankin Modificada, utilizada para avaliação clínica dos pacientes

Tabela 3- Glasgow Outcome Scale, utilizada para avaliação clínica dos pacientes

Tabela 4- Dados demográficos dos pacientes

Tabela 5- avaliação pré-operatória dos pacientes pela escala MRS

Tabela 6- Avaliação pré-operatória dos pacientes através do GOS

Tabela 7- Dados relacionados aos aneurismas.

Tabela 8- Resultados pós-operatórios, avaliados utilizando GOS

Tabela 9- Resultados pós-operatórios, avaliados utilizando MRS

Tabela 10- Resultados após avaliação da TC pós-operatória, com comparação entre os grupos.

Tabela 11- Resultados após avaliação da ASD pós-operatória, com comparação entre os grupos.

Tabela 12- Avaliação dos resultados: Variáveis observadas x Ruptura aneurismática pré-operatória

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Aparelho e microsonda de USD, utilizado no estudo.

Figura 2: Paciente do Grupo 1: A, B e C: imagens angiográficas pré-operatórias, com presença de aneurisma de comunicante posterior esquerda (aneurisma indicado pela seta). D, E, F e G: imagens tomográficas pós-operatórias: Observar hipodensidade (área delimitada na figura), a qual sugere infarto isquêmico em território da artéria cerebral posterior esquerda, devido à oclusão inadvertida da artéria comunicante posterior esquerda de padrão fetal.

Figura 3: Paciente do Grupo 2: Imagens da ADS pré-operatória: A e B, incidência anteroposterior e oblíqua respectivamente, identificamos aneurisma gigante da artéria cerebral média esquerda, observar angio-arquitetura complexa, e íntima relação do aneurisma com outras artérias; Imagens da ADS pré-operatória: C e D, nas mesmas incidências, observar completa oclusão do aneurisma sem qualquer estenose ou oclusão arterial inadvertida.

Figura 4: Paciente do Grupo 1: Paciente operada previamente sem uso do USD, apresentando aneurisma residual no seu pós-operatório imediato (identificados pelas setas, nas figuras A e B). Paciente submetida a novo procedimento para oclusão completa do aneurisma, confirmadas por angiografia após segunda cirurgia (Figuras C e D).

RESUMO

Pereira, BJA. Impacto da introdução do microdoppler vascular para a avaliação do fluxo sanguíneo cerebral durante a microcirurgia de aneurismas intracranianos. (Dissertação). São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Medicina, Universidade Nove de Julho; 2013

Durante a microcirurgia vascular para clipagem de aneurismas intracranianos pode ocorrer à oclusão parcial ou completa da artéria que origina o aneurisma e, conseqüentemente, infarto isquêmico decorrente desta oclusão inadvertida. Métodos que analisam o fluxo sanguíneo durante este tipo de cirurgia são fundamentais para evitar estas complicações. A utilização do Ultrassom-doppler (USD) vascular para avaliar a hemodinâmica dos vasos e aneurismas antes e após a clipagem dos últimos, apresenta bons resultados quando comparados à técnica padrão-ouro que é a angiografia digital por subtração intra-operatória.

Objetivo: Analisar o impacto da utilização do USD como método de análise do fluxo sanguíneo cerebral durante a microcirurgia dos aneurismas intracranianos, verificando a oclusão parcial dos aneurismas e a ocorrência de estenose, comparando estes resultados com os resultados da ADS pós-operatória, ou oclusão vascular inadvertida e isquemias pós-operatórias através de imagens de tomografia computadorizada. **Casística e Métodos:** Foram analisados retrospectivamente os últimos 50 pacientes operados antes da introdução do USD comparando com os resultados dos primeiros 50 aneurismas operados utilizando esta técnica. Todos os pacientes foram submetidos à ADS pré- e pós-operatórias para a análise de aneurisma residual e oclusão de artérias, além de tomografia computadorizada de crânio para a análise de infarto isquêmico pós-operatório. **Resultados:** Em relação às alterações tomográficas, 9 (18%) dos 50 pacientes avaliados no grupo sem uso do USD, apresentaram hipodensidade nas imagens de tomografias pós-operatórias, ao passo que apenas 2 casos apresentaram estas alterações no grupo em que o USD, foi utilizado ($p=0,02$). A angiografia pós-operatória apresentou os seguintes resultados: no grupo em que o USD não foi utilizado, observamos resultados diferentes do normal em 10 pacientes, ao passo que no grupo em que o USD foi utilizado estas alterações foram observadas em apenas 3 pacientes ($p=0,023$). **Conclusão:** O USD se mostrou um excelente método para a análise do fluxo sanguíneo cerebral durante a microcirurgia de aneurismas intracranianos, com redução de resultados angiográficos subótimos (aneurisma residual, estenose e oclusão arterial), assim como redução de infarto isquêmico na TC de crânio pós-operatória, quando comparado com o grupo onde este método não foi utilizado, evidenciando um impacto positivo deste método no tratamento dos aneurismas intracranianos.

Palavras-chave: Aneurisma Cerebral, Microcirurgia Vascular, Ultrassom Doppler.

SUMMARY

Pereira, BJA. Impact of introduction of the vascular microdoppler for the evaluation of cerebral blood flow during microsurgery of intracranial aneurysms (Thesis). São Paulo: “Programa de Pós-Graduação em Medicina, Universidade Nove de Julho”; 2013

In vascular microsurgery, the clipping of intracranial aneurysms may result in partial or complete occlusion of the parental artery, resulting in ischemic infarction. Methods that analyze cerebral blood flow during this procedure are essential to prevent those complications. The use of Ultrassom Doppler (USD) to assess vascular hemodynamics of vessels and aneurysms before and after clipping presents good results compared to the gold-standard technique, intraoperative angiography. **Objective:** To analyze the impact of the MD introduction, as a method of analysis of cerebral blood flow during microsurgery of intracranial aneurysms by checking the partial occlusion of the aneurysm and the occurrence of stenosis, comparing these results with those provided by the postoperative digital subtraction angiography (DSA), and the occurrence of ischemic infarction on the postoperative computerized tomography (CT) images. **Patients and Methods:** We reviewed retrospectively the last 50 patients operated on before the introduction of the MD compared to the first 50 patients operated on using this technique. All patients underwent pre and postoperative DSA to analyze the occurrence of residual aneurysms and the occlusion of parental arteries, as well as pre and postoperative CT to assess the incidence of ischemic infarction, postoperatively. **Results:** CT findings: 9 (18%) of the 50 patients evaluated in the group where the MD was not used showed hypodensity in the postoperative CT images, while only 2 patients showed infarction in the group in which the MD was used ($p = 0.02$). Regarding the postoperative angiography findings, the results were as follows: in the group in which the MD was not used, 10 patients presented unexpected findings (residual aneurysms, stenosis and arterial occlusion); whereas in the group in which the MD was used, those unexpected findings were observed in only 3 patients ($p = 0.023$). **Conclusion:** The MD was an excellent method for cerebral blood flow assessment during the microsurgery of intracranial aneurysms, reducing the unexpected angiographic results (residual aneurysms, stenosis and arterial occlusion), as well as reducing the incidence of ischemic infarction on postoperative CT images, when compared with the group where this method was not used, evidencing a positive impact of this method in the treatment of intracranial aneurysms.

Key-Words: Brain Aneurism, Vascular Microsurgery, Vascular Doppler

1-INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é uma das maiores causas de sequela neurológica e morte (Brown *et al.*, 1996). Aproximadamente 730.000 americanos apresentam um novo AVE ou recorrência do mesmo a cada ano (Brown *et al.*, 1996; Demaerschalk, Hwang e Leung, 2010). Há variação regional da mortalidade relacionada ao AVE no mundo, sendo que cerca de 85% ocorre em países não desenvolvidos ou em desenvolvimento, e um terço destes eventos atinge pessoas economicamente ativas (Yach *et al.*, 2004). Estatísticas brasileiras enfatizam que o AVE é uma causa frequente de óbito na população adulta. Em 2005, no Brasil, o AVE foi responsável por 10% dos óbitos (90.006 mortes) e por 10% das internações hospitalares públicas (Cabral *et al.*, 1997). Embora a maioria dos AVEs sejam isquêmicos, as hemorragias intracranianas respondem por aproximadamente 15% dos casos, sendo a hemorragia subaracnóidea (HSA) um dos principais exemplos (Ingall *et al.*, 2000).

A causa mais comum de hemorragia subaracnóidea espontânea, ou seja, não traumática, é a ruptura de aneurisma intracraniano. A incidência da HSA está entre 6 e 8 por 100.000 habitantes (Zacharia *et al.*, 2010), porém sua incidência pode ser maior pela possibilidade de morte pré-hospitalar, falta de diagnóstico ou impossibilidade de autópsia em todos os pacientes. A HSA aneurismática tem grande importância epidemiológica já que: 10-15% dos pacientes morrem antes de receberem atendimento médico; aproximadamente 30% dos sobreviventes apresentam incapacidade que varia de moderada à grave; e aproximadamente 66% dos pacientes tratados com sucesso não retornam à mesma qualidade de vida que tinham antes da HSA (Olafsson, Hauser e Gudmundsson, 1997). O curso clínico da HSA pode ter diversas complicações como o ressangramento, hematomas intracerebrais e intraventriculares, hidrocefalia, convulsão e o vasoespasma cerebral (Komotar *et al.*, 2007).

A oclusão completa e definitiva, com preservação do fluxo sanguíneo na artéria de origem e seus ramos, é o melhor tratamento para aneurismas intracranianos que nunca sangraram (não rotos) para evitar a HSA e também para os que já causaram HSA (rotos), evitando desta forma, o ressangramento, que pode aumentar muito a morbimortalidade desta doença.

Atualmente a oclusão aneurismática pode ser feita através de técnicas endovasculares e técnicas microcirúrgicas. Embora relativamente menos invasiva, a técnica endovascular tem limitações para aneurismas com colo largo, grandes e gigantes, com efeito de massa; além de apresentar altos índices de recanalização. Consequentemente, a microcirurgia vascular com clipagem aneurismática mantém-se como o tratamento mais eficaz (oclusão completa e definitiva) para os aneurismas intracranianos (Molyneux *et al.*, 2009).

Durante a microcirurgia vascular para clipagem de aneurismas intracranianos pode ocorrer a oclusão parcial ou completa da artéria que origina o aneurisma ou seus ramos, a despeito da preservação anatômica destas à imagem do microscópio neurocirúrgico. Consequentemente, métodos que analisam o fluxo sanguíneo durante este tipo de cirurgia são fundamentais para evitar oclusões aneurismáticas parciais e a oclusão inadvertida de vasos sanguíneos, o que poderia causar infarto isquêmico cerebral e alterar drasticamente a evolução clínica de pacientes nesta situação.

O método padrão-ouro para a monitorização intra-operatória do fluxo sanguíneo cerebral é a angiografia cerebral digital por subtração (ADS). No entanto, a utilização de rotina da ADS intra-operatória é improvável na maioria dos centros neurocirúrgicos porque é um método de alto custo, requer uma equipe médica adicional, tem uma taxa de complicações em torno de 3,5% (Martin *et al.*, 1990; Chiang *et al.*, 2002; Tang *et al.*, 2002; Klopfenstein *et al.*, 2004; Katz *et al.*, 2006), e requer entre 15 e 45 minutos para ser executada (Tang *et al.*, 2002; Raabe *et al.*, 2005), o que representa um tempo muito longo para o tecido cerebral suportar a oclusão inadvertida de uma artéria. Além disso, a ADS não demonstra claramente pequenas artérias perfurantes.

A utilização do USD é um excelente método para avaliar a hemodinâmica dos vasos e aneurismas antes e após a clipagem dos últimos. Em comparação com outras técnicas, as vantagens do USD incluem: é não invasivo, é de baixo custo, e o tempo para os resultados é inferior a 1 minuto na maioria dos casos. A técnica exige equipamentos de custo relativamente baixo e permite que o neurocirurgião avalie o fluxo de sangue no vaso que origina o aneurisma, e a completa oclusão do aneurisma de forma efetiva e direta, sem acrescentar aumento no tempo operatório total. A literatura existente mostra que a precisão do USD, as taxas de sensibilidade, falso-positivo, e falso-negativo são comparáveis aos da ADS intra-operatória e da vídeo-angiografia com Indocianina verde (ICG) (Siasios, Kapsalaki e Fountas, 2012).

Desta forma, o USD tem se mostrado um excelente método para a análise do fluxo sanguíneo cerebral durante a cirurgia de aneurismas intracranianos, por permitir a correção imediata da posição do clipe aneurismático, evitando oclusões incompletas e estenoses ou oclusões inesperadas das artérias envolvidas. Entretanto, não há trabalhos onde grupos de pacientes com aneurismas foram monitorizados intraoperatoriamente com USD e comparados com grupos onde este método não estava disponível, e seus achados intraoperatórios

comparados às imagens angiográficas e tomográficas pós-operatórias, justificando a realização deste trabalho.

2-OBJETIVOS

Analisar o impacto da introdução do Microdoppler vascular como método de análise do fluxo sanguíneo cerebral durante a microcirurgia dos aneurismas intracranianos, mais especificamente em relação à:

- Oclusão parcial dos aneurismas e ocorrência de estenose ou oclusão arterial, após avaliação da ADS pós-operatória;
- Infarto isquêmico cerebral pós-operatório após avaliação da TC de crânio pós-operatória.

3-REVISÃO DA LITERATURA

3.1- Fluxo Sanguíneo Cerebral

O conhecimento sobre o fluxo sanguíneo cerebral (FSC) é importante para neurocirurgiões que manejam pacientes com doenças cerebrovasculares (Friedman, Anderson e Meyer, 2000). Em condições fisiológicas, o cérebro realiza metabolismo aeróbico, dependente apenas de oxigênio e glicose. Através de medidas técnicas o FSC gira em torno de 50-55 ml/100g de tecido cerebral/ min. Com um FSC diminuído, a níveis em torno de 16-18 ml/100g, por exemplo, já é possível observar reduções drásticas detectadas no Eletroencefalograma (EEG) e potencial evocado; com níveis abaixo de 10-12 ml/100g de tecido cerebral/min já ocorre acidose intracelular o que leva apoptose neuronal (Friedman, Anderson e Meyer, 2000).

A velocidade de fluxo sanguíneo pode variar em diferentes vasos e segmentos de vasos durante a anestesia geral e também pela presença de sangue no espaço subaracnóideo. Através de critérios para a detecção de estenose, como a utilização de medidas de comparação direta das formas de onda, espectro destas e velocidades de fluxo antes e depois do procedimento, é possível detectar precocemente complicações em procedimentos vasculares, especialmente em cirurgias para clipagem de aneurismas intracranianos (Stendel *et al.*, 2000). Durante as cirurgias vasculares, medidas de neuroproteção conferem múltiplos benefícios aos pacientes, incluindo melhora dos resultados e da qualidade de vida destes após o procedimento. O aparecimento e o aprimoramento de técnicas para verificar o FSC trouxeram melhora dos resultados nestas cirurgias.

3.2- Avaliação Intra-operatória do Fluxo Sanguíneo Cerebral

A monitorização intra-operatória da medida do FSC, tanto qualitativa quanto quantitativa, tem sido utilizada de forma progressivamente rotineira, contribuindo para a otimização da técnica cirúrgica. Técnicas de monitorização do FSC têm sido usadas com sucesso no tratamento microcirúrgico de aneurismas e malformações arteriovenosas, principalmente por estes procedimentos envolverem a interrupção da circulação cerebral por meio de clipagem temporária.

Rotineiramente, podemos verificar a oclusão completa de um aneurisma intracraniano com o auxílio do microscópio, através de punção direta do saco aneurismático, o qual se

apresenta sem fluxo. Outros métodos de análise do fluxo sanguíneo cerebral incluem: procedimentos endoscópicos (Taniguchi *et al.*, 1999; Kato *et al.*, 2000), EEG (Friedman *et al.*, 1991); ICG (De Oliveira *et al.*, 2007), ADS intra-operatória (Tang *et al.*, 2002) e USD (Gilsbach e Hassler, 1984; Bailes *et al.*, 1997; Firsching, Synowitz e Hanebeck, 2000; Stendel *et al.*, 2000).

Recentemente, o uso de procedimentos endoscópicos em cirurgias de aneurismas tem sido descritos. Com o uso desta técnica, obtemos uma melhor visualização do colo do aneurisma e dos vasos correlacionados, mas perdemos informações sobre a velocidade e a característica do fluxo sanguíneo, assim como a presença de vasoespasma (Perneczky e Boecher-Schwarz, 1998; Taniguchi *et al.*, 1999; Kato *et al.*, 2000). Nenhuma destas técnicas pode ser considerada infalível quando utilizada isoladamente, devendo ser utilizadas, sempre que possível, de forma complementar na cirurgia dos aneurismas intracranianos (Gruber *et al.*, 2011).

3.3- Estenose ou Oclusão Arterial e Infarto Isquêmico após Cirurgias de Aneurismas Cerebrais

A microcirurgia vascular intracraniana para tratamento de aneurismas pode ser complicada por um colo residual, ou comprometimento dos vasos cerebrais adjacentes. Condutas reparativas para tal, quando possíveis, exigem uma nova intervenção e, nos casos com comprometimento do fluxo sanguíneo, com danos neuronais irreversíveis, uma nova intervenção seria irrelevante.

No início dos anos sessenta, Charles Drake, reportou a importância de uma completa obliteração do aneurisma para prevenção de ressangramentos (Drake e Vanderlinden, 1967) e, junto com Allcock, neurorradiologista da mesma instituição, instituiu a conduta de angiografia de controle, pós-operatória em cirurgias de aneurismas cerebrais (Allcock e Drake, 1963). Apesar do número de publicações crescentes documentando o risco de ressangramento em aneurismas incompletamente clipados (Suzuki, Kwak e Katakura, 1980; Ebina *et al.*, 1982; Proust *et al.*, 1995; Le Roux *et al.*, 1998), Fueberg e Lindquist (Feuerberg *et al.*, 1987), em 1987, revelaram que apenas metade dos centros por eles investigados realizavam angiografia de controle. Porém, com o passar do tempo, foi visto que esta prática foi sendo modificada, se tornando uma rotina em alguns serviços (Weir, 1981; Lin, Fox e Drake, 1989; Macdonald, Wallace e Kestle, 1993; Kassell, 1994).

Após cirurgias de aneurismas intracranianos, a frequência de colo aneurismático residual, varia de 3,8% a 18% e o risco de hemorragia é de 33% nos casos com colo residual pequeno e 54% nos casos com colo residual grande (Sindou, Acevedo e Turjman, 1998; Tang *et al.*, 2002; Kivisaari *et al.*, 2004; Friedman e Kumar, 2009).

A inspeção visual do cirurgião e a punção do saco aneurismático são duas maneiras de confirmar a completa oclusão do aneurisma, porém nenhuma destas duas maneiras de observar a clipagem confirma de maneira satisfatória a completa oclusão do aneurisma (Pai e Muralimohan, 2010).

A oclusão de vasos próximos aos aneurismas também é uma das complicações possíveis em cirurgias de clipagem de aneurismas cerebrais, sendo sua frequência observada entre 3% e 9%, e associada a déficits neurológicos incapacitantes, com considerável morbimortalidade (Hauck *et al.*, 2008). Alguns fatores relacionados a estas complicações e que influenciam os resultados, são: tamanho e localização do aneurisma (Pai e Muralimohan, 2010). Aneurismas com colos largos e aneurismas gigantes apresentam maiores índices de complicações (Chiang *et al.*, 2002). A localização mostrou-se fator importante, uma vez que, alguns aneurismas apresentam maior frequência de resultados diferentes do ideal, em localizações tais como: artéria hipofisária superior, bifurcação da artéria carótida interna, artéria cerebelar superior, e aneurismas paraclinóideos (Derdeyn *et al.*, 1997). Alexander (Alexander *et al.*, 1996) observou que aneurismas na artéria comunicante posterior apresentavam maior número de complicações, ao passo que Chiang (Chiang *et al.*, 2002), verificou que a artéria comunicante anterior era um local de achados adversos durante a angiografia intra-operatória. Pai (Pai e Muralimohan, 2010) observou que acessos pterionais, devido a uma inadequada exposição do complexo comunicante anterior, poderiam, algumas vezes, levar a uma clipagem inadequada ou mesmo comprometimento vascular contralateral.

3.4- Eletroencefalograma e Potencial Evocado Transoperatório

Inspeção visual no sítio cirúrgico em clipagens de aneurismas tem sido provado não ser método suficiente para verificar a adequada aplicação do clipe (Bailes *et al.*, 1997). A técnica do EEG transoperatório, a qual demonstra medida qualitativa indireta, é bastante sensível, com forte correlação entre alterações no registro do EEG e a diminuição do FSC. Contudo, observamos fatores que diminuem a sensibilidade da aferição, como por exemplo, o próprio uso de anestésicos e a hipotermia. O uso de potencial evocado traria mais

sensibilidade no que diz respeito à verificação de fluxo na região do tronco cerebral. Entretanto, traz mais custos ao procedimento, sem contar que, também é muito influenciada pelo uso de anestésicos, além de detectar apenas grandes isquemias cerebrais (Friedman *et al.*, 1991). O potencial evocado apresenta ainda a desvantagem de gerar informações indiretas de oclusão, não trazendo dados sobre oclusões de vasos, nem tampouco sobre a completa oclusão do aneurisma (Friedman *et al.*, 1991). Para aneurismas localizados na fossa posterior Maninen (Manninen *et al.*, 1994) relatou falsos negativos em 47% dos pacientes monitorizados com potencial evocado.

Devido a complicações em cirurgias para clipagem de aneurisma, o Potencial Evocado Somatossensorial (PESS) com monitorização contínua foi adotado para identificar pacientes com isquemia iminente durante a cirurgia, para permitir ao cirurgião tomar medidas a tempo de evitar lesão neuronal definitiva (Yeon *et al.*, 2010). Contudo, a monitorização do PESS não pode detectar danos isolados as estruturas fora do sistema lemniscal, pelo menos em teoria. Assim, uma taxa significativa de até 10% dos casos pode apresentar déficit motor sem ter sido observada alterações no PESS durante a cirurgia de aneurismas da circulação anterior (Yeon *et al.*, 2010). Consequentemente, a necessidade de monitorização do potencial evocado motor (PEM), através de estimulação transcraniana (Neuloh e Schramm, 2004; Quinones-Hinojosa *et al.*, 2004; Szelenyi *et al.*, 2006), ou estimulação cortical direta (Suzuki *et al.*, 2003; Horiuchi *et al.*, 2005), se mostrou necessária pela limitação dos dados conseguidos com o PESS.

A monitorização do PEM é superior ao PESS (Neuloh e Schramm, 2004), pois possibilita a prevenção de déficits motores pós-operatórios (Quinones-Hinojosa *et al.*, 2004; Szelenyi *et al.*, 2006). Estímulos corticais transcranianos não diferem em sua capacidade de detectar uma lesão iminente do córtex motor ou de suas vias eferentes (Szelenyi *et al.*, 2007). Teoricamente, a estimulação cortical direta, usando eletrodos subdurais, tem a vantagem de estimular superficialmente o córtex motor, o que normalmente não gera movimento do paciente, diferentemente do que ocorre com a estimulação transcraniana (Horiuchi *et al.*, 2005). No entanto, a monitorização com eletrodos no espaço subdural aumenta a chance de lesão de vasos sanguíneos, além de alterar a técnica neurocirúrgica, uma vez que, precisam de craniotomias maiores (Macdonald, 2006). Outra desvantagem se dá em áreas mais profundas como, por exemplo, a área de representação cortical correspondente aos membros inferiores, tornando o acesso mais difícil, assim como o controle durante o procedimento. Neuloh *et al.* informou que os resultados não puderam ser feitos através de estimulação cortical direta em

15 (8%) de 182 operações e a principal causa foi uma craniotomia que impediu a estimulação transcortical direta (Neuloh *et al.*, 2007). Além disso, devido à área relativamente pequena monitorada, uma lesão de uma parte não ativada do sistema motor pode escapar ao monitoramento, resultando em um déficit motor menor (Szelenyi *et al.*, 2007). Entretanto, a estimulação elétrica transcraniana é segura, amplamente aplicável à maioria dos tipos de cirurgia.

Mudanças observadas no PEM auxiliam o cirurgião no sentido de utilizar medidas corretivas (por exemplo, reposicionar o clipe e diminuir a retração cerebral). Em algumas situações, contudo, alguns pacientes apresentaram déficits apesar do PEM manter-se inalterado ou totalmente recuperado (Szelenyi *et al.*, 2006; Szelenyi *et al.*, 2007). Além disso, seu impacto sobre o resultado final nunca foi estudado separadamente em cirurgias de pacientes com hemorragia subaracnóidea e hematomas intracerebrais. A inclusão dos casos de aneurismas rotos possivelmente obscurece o resultado cirúrgico por meio de vasoespasmos, hemiparesia pré-existente, dificuldades na exposição e dissecação cirúrgica (Yeon *et al.*, 2010).

3.5- Angiografia Digital por Subtração (ADS) Intra-operatória

Para minimizar os riscos associados com a cirurgia dos aneurismas e melhorar os resultados quanto à completa obliteração, o uso da ADS intra-operatória tem sido discutida desde 1960. Conforme resultados do trabalho pioneiro de Allcock e Drake (Allcock e Drake, 1963), aproximadamente 12% das craniotomias para aneurismas intracranianos são associados a resultados diferentes do ideal, com aneurismas residuais, oclusão arterial ou a presença de aneurismas não diagnosticados previamente, fato este comprovado por outro trabalho dos mesmos autores, dez anos mais tarde, que mostravam que 13% dos pacientes (43/329) de pós-operatórios de aneurismas cerebrais, apresentaram enchimento residual, sendo que 3,6% (12 pacientes) destes apresentaram sangramento do aneurisma residual (Drake e Allcock, 1973).

Steven demonstrou que, em sua série de 250 aneurismas tratados com clipagem microcirúrgica, 44 apresentaram oclusão incompleta do aneurisma, além de estenose inadvertida da artéria que originou o aneurisma em 24% dos casos (Steven, 1966). Em 1980, Suzuki, et al, publicaram uma série de 580 aneurismas clipados, em que o seguimento evidenciou aneurisma residual em 41 casos (Suzuki, Kwak e Katakura, 1980).

Feueberg analisou o seguimento de 715 pós-operatórios de aneurismas cerebrais observando a presença de 28 aneurismas residuais, sendo que destes, 3,7% evoluíram com sangramento, evidenciando a importância do acompanhamento destes aneurismas (Feuerberg *et al.*, 1987). Em 1993, Macdonald avaliou pós-operatório de 78 aneurismas e evidenciou a presença de 3 aneurismas residuais, 3 aneurismas intactos e 9 oclusões arteriais (Macdonald, Wallace e Kestle, 1993). Le Roux avaliou o seguimento angiográfico de 543 pacientes e constatou a presença de 36 aneurismas residuais (7,2%) e 28 oclusões arteriais (5,6%) (Le Roux *et al.*, 1998).

Alexander *et al.* (Alexander *et al.*, 1996), elencou em seu trabalho uma série de oito artigos que tratavam sobre angiografia intra-operatória, somado a sua casuística, que resumiam 499 aneurismas em 453 pacientes. A incidência de achados inesperados foi de 14% (posição inadequada do clipe em 72 aneurismas), 6% (19/322) demonstrando aneurismas residuais e 9% (28/322 aneurismas) mostrando oclusão de vaso arterial. Katz em 2006, avaliou o resultado angiográfico pós-operatório de 124 pacientes evidenciando dois aneurismas residuais inesperados, quatro aneurismas residuais esperados além de quatro oclusões arteriais inesperadas (Katz *et al.*, 2006). Resultados como estes, suportam o uso da angiografia intra-operatória.

Grossart e Turner (Grossart e Turner, 1974), concluíram que a ADS intra-operatória é um excelente método para verificar a oclusão aneurismática, o posicionamento do clipe e excluir a estenose de outros vasos, além de reduzir a necessidade de uma ADS pós-operatória e de uma nova craniotomia, depois de observarem 38 aneurismas, oclusão de qualquer ramo arterial em 21% e reposicionamento dos cliques em 5, sendo que em apenas três a correção trouxe bons resultados.

Martin (Martin *et al.*, 1990), mostrou que em 5% dos aneurismas tratados, em uma série de 57 pacientes, houve a necessidade de reposicionamento do clipe, e duas complicações em decorrência da técnica empregada. Barrow (Barrow, Boyer e Joseph, 1992), relatou em uma série de 64 cirurgias que em 10,9% destas o resultado foi alterado favoravelmente devido aos achados da ADS intra-operatória. Derdeyn (Derdeyn *et al.*, 1995) observou que 7.6% dos aneurismas tiveram que ter seus cliques reposicionados devido a achados da ADS intra-operatória. Origitano (Origitano *et al.*, 1999) teve em sua série reposicionamento em 18 casos, quatro em decorrência de artérias se originando no colo aneurismático, oito em decorrência de aneurisma residual, e seis pelas duas causas. Tang (Tang *et al.*, 2002) observou que em 64 dos 517 aneurismas houve a necessidade de reposicionamento do clipe. Kloppfenstein

(Klopfenstein *et al.*, 2004), em sua série de 200 pacientes, modificou o tratamento em 14 deles, devido a achados da ADS intra-operatória.

A ADS intra-operatória permite avaliação com visualização direta da patência do fluxo, levando a um reposicionamento da clipagem do aneurisma em 10% dos casos (Marchese *et al.*, 2005), porém esta técnica exige um maior preparo por parte do cirurgião além de uma estrutura do centro cirúrgico, que vai desde o fixador de cabeça até a disponibilidade do aparelho em sala, limitação do uso de instrumentais como retratores durante o procedimento, pessoal capacitado para realizar a ADS transoperatória, aumento do tempo cirúrgico sem garantia de imagens de boa qualidade (Marchese *et al.*, 2005), além de não conseguir visualizar alguns vasos como por exemplo a artéria coróideia anterior devido a resolução da imagem (Shibata *et al.*, 2000). Devido a isto, a ADS intra-operatória pode não apresentar achados relevantes que são mostrados na ADS pós-operatória (Katz *et al.*, 2006). Contudo o seu uso no pós-operatório continua sendo o método padrão-ouro para controle de cirurgias vasculares porque ela mostra os vasos cerebrais sob condições ótimas (Stendel *et al.*, 2000) e através de várias séries publicadas vemos a presença de aneurismas ou colos residuais variando de 4% a 19% (Drake e Allcock, 1973; Suzuki, Kwak e Katakura, 1980; Proust *et al.*, 1995; Alexander *et al.*, 1996; Rauzzino, Quinn e Fisher, 1998) e de obstrução de vasos variando de 0,3% a 12% dos casos. Apesar de todas as vantagens, aqui discutidas, esta técnica apresentara falha quando da obstrução de pequenos vasos, como artérias perfurantes (Raabe *et al.*, 2005).

3.6- Vídeoangiografia com Indocianina Verde (ICG)

A fluorescência tem sido utilizada em muitas práticas na medicina, como detecção de células malignas na pele ou em membrana mucosa de órgãos ocos (Ericson *et al.*, 2008; Meining *et al.*, 2008), avaliações oftalmológicas (Koizumi *et al.*, 2008) e cirurgias cardiovasculares (Maarek *et al.*, 2004).

Em neurocirurgia, a fluorescência tem sido usada na última década em cirurgias de tumores, mais especificamente em ressecção de gliomas, pelo uso do ácido 5 ALA (ácido 5-amino-levulínico) (Rapp *et al.*, 2013). Contemporaneamente, a ICG foi utilizada para melhorar os resultados em clipagem de aneurismas cerebrais, graças a técnica desenvolvida por Andreas Raabe (Raabe *et al.*, 2003) e já comprovada por outros autores (Woitzik *et al.*, 2005; De Oliveira *et al.*, 2007).

A técnica se dá quando o campo operatório é iluminado pela fonte de luz *D-Light* Modo de luz branca padrão. O corante ICG é injetado em um veia periférica em bolus. Ao mudar a fonte para o modo de ICG, a área de interesse é iluminada pela luz infravermelha, que apresenta comprimento de onda que cobre a parte da banda de absorção do ICG variando entre 700-805 nm. Um filtro óptico integrado é usado para bloquear a luz ambiente de modo que apenas o ICG é captado. A angiografia em tempo real, e sua filmagem, pode ser observada na tela de vídeo que permite o monitoramento intra-operatório. A sequência também pode ser gravada para análise suplementar durante ou depois da cirurgia (De Oliveira *et al.*, 2007).

Entre os métodos não invasivos, utilizados em cirurgias vasculares intracranianas, o microscópio integrado a indocianina verde (ICG), vem cada vez mais sendo utilizado em cirurgias vasculares intracranianas (De Oliveira *et al.*, 2007; Dashti *et al.*, 2009; Fischer, Stadie e Oertel, 2010; Gruber *et al.*, 2011). Recentemente, endoscópios integrados a ICG têm sido testados *in vitro* (Turhan e Ersahin, 2011) e podem apresentar extensão da sua utilização em cirurgias transesfenoidais para lesões benignas da hipófise (Litvack, Zada e Laws, 2012).

Um estudo prévio usando ICG mostrou resultados falso-negativos (ausência de anormalidades no ICG e anormalidades na angiografia) em aproximadamente 9% dos casos, mas apenas 2,7% dos casos foram angiograficamente relevantes (Raabe *et al.*, 2005). De Oliveira *et al.* (De Oliveira *et al.*, 2007) mostrou em seu estudo que, dos trinta e seis pacientes cujas artérias foram visualizadas com ICG, onze (30%) apresentavam relação próxima entre o aneurisma e artérias perfurantes, sendo que, em um destes onze pacientes, foi evidenciada oclusão de um ramo perfurante da primeira porção da artéria cerebral posterior (P1), após a clipagem, o que levou ao reposicionamento do clipe, sendo visualizado o fluxo por este ramo através do ICG, sem consequências clínicas. Nessa série quatro pacientes (6,7%) apresentaram infarto pós-operatório, sendo que destes, dois apresentavam artérias perfurantes visibilizadas no campo cirúrgico porém distante do colo aneurismático. Um apresentou infarto, porém o resultado foi esperado, uma vez que houve ruptura de artéria perfurante durante a dissecação; e em apenas um caso a artéria perfurante não foi visibilizada durante a cirurgia. Apesar de alterações nas imagens tomográficas pós-operatórias destes pacientes, em apenas um se desenvolveu sequela pós-cirúrgica.

O uso da videoangiografia intra-operatória com ICG é largamente aplicado e o método é de simples execução, gerando imagens de alta qualidade. O maior limitante é que nesta técnica a visualização é diretamente restrita ao campo operatório, o que prejudica a avaliação

em vasos sanguíneos ou até o próprio aneurisma que estejam cobertos por coágulos sanguíneos ou por tecido cerebral.

3.7- Ultrassom Doppler (USD)

O primeiro relato de sucesso sobre avaliação da velocidade do fluxo de vasos extracranianos utilizando USD foi feita por Miyazaki e Kato (Miyazaki e Kato, 1965) em 1965. Muitos anos depois, Aaslid (Aaslid, Markwalder e Nornes, 1982) modificou esta técnica para investigação transcraniana dos vasos cerebrais. Nornes e Gilsbach (Gilsbach e Hassler, 1984) conduziram o desenvolvimento do USD para investigação de pequenos vasos cerebrais. O efeito doppler ocorre quando uma frequência de ultrassons transmitida muda devido ao reflexo de objeto em movimento, como as células vermelhas do sangue. Foi demonstrado que esta diferença de frequência de transmissão e ultrassom é proporcional a velocidade do fluxo sanguíneo (Klopfenstein *et al.*, 2004; Katz *et al.*, 2006). O efeito doppler requer um ultrassom e um receptor, sonda de doppler (Klopfenstein *et al.*, 2004; Katz *et al.*, 2006).

A evolução da tecnologia do ultrassom levou à concepção de aparelhos melhores e sondas menores de diâmetro de 1mm (Siasios, Kapsalaki e Fountas, 2012). A modalidade convencional do doppler, tem sido usada principalmente para medir a velocidade do fluxo sanguíneo (ou seja, o pico da pressão sistólica, diastólica no final do fluxo, a pulsatilidade, etc.), os aparelhos atuais, Power doppler (PD) e o Doppler colorido (DC), fornecem informações referentes a direção e velocidade do fluxo e conseguem medir em tempo real e de forma continua a onda do doppler. Estas modalidades de USD, tem sido amplamente utilizadas para investigar aneurismas cerebrais e malformações arteriovenosas (Woydt *et al.*, 1997; Holscher *et al.*, 2006; Unsgaard *et al.*, 2006). A forma bidimensional e da imagem em modo B, também são utilizadas para avaliação do FSC (Siasios, Kapsalaki e Fountas, 2012). Holscher, et al. (Holscher *et al.*, 2002; Holscher *et al.*, 2006) descreveram uma modalidade de ultrassonografia operatória, com base na inversão de imagem harmônica após administração de contraste. Da mesma forma, Lindseth, et al. (Lindseth *et al.*, 2009), descreveram a imagem do fluxo sanguíneo, o que representa uma modalidade de ultrassom bidimensional. A melhoria desta imagem se deu através de integração de navegação 3D, para melhor visualização das artérias e seu fluxo sanguíneo (Siasios, Kapsalaki e Fountas, 2012).

O uso do USD em cirurgias de aneurismas cerebrais tem sido bem documentado (Gilsbach e Eggert, 1983; Giller, Meyer e Batjer, 1989; Bailes *et al.*, 1992; Bailes *et al.*, 1997). Antes da colocação do clipe o USD ajuda de maneira rápida e não invasiva a identificar o saco aneurismático, seu colo, orientação, e também ajuda a definir a localização de vasos como artérias perfurantes nas proximidades do aneurisma, além de um melhor entendimento da anatomia microvascular.

A onda de pulso emitido pelo USD permite focar na região de interesse evitando artefatos de estruturas vasculares vizinhas. O USD permite a determinação da direção do fluxo e detecção de vasoespasmos com alto grau de sensibilidade, além de que pode ser utilizado para verificar patência de vasos sanguíneos e direção de fluxo em *bypass* e redirecionamento de fluxo após procedimentos em aneurismas complexos.

Quando um estreitamento dos vasos ocorre, observa-se aumento da velocidade de fluxo e também é observada alteração na curva do USD. Uma estenose pode certamente ser detectada pelo USD se o diâmetro do vaso está mais estreitado do que 50%. Falso positivo pode ocorrer quando observamos estenose nos segmentos distais e quando esta estenose é compensada. Por outro lado, quando esta estenose não está compensada observamos imediatamente a diminuição da velocidade do fluxo sanguíneo. A estenose é descrita como descompensada ou “hemodinamicamente” relevante quando observamos aproximadamente 80% de redução no diâmetro do vaso (Flanigan *et al.*, 1977). Até mesmo uma estenose de apenas 30% causada por clipagem equivocada pode levar a uma descompensação em casos de estenose pré-existente, por conta de vasoespasmos, o que é detectado pelo USD, guiando para um reposicionamento do clipe. Em raros casos, a precisão do USD é influenciada negativamente pela angulação do aneurisma e/ou do clipe. Remoções de espátulas podem alterar a situação do clipe e sua relação com vasos adjacentes. Somando-se a isso o clipe aneurismático pode causar trauma em um vaso adjacente, levando a uma trombose e subsequentemente a uma oclusão vascular (Stendel *et al.*, 2000).

Este método mostra uma boa correlação com a ADS pós-operatória e é amplamente utilizado. Em estudos prévios, raramente o USD não diagnosticou um colo aneurismático residual ou uma estenose vascular, fazendo com que esta técnica não invasiva seja considerada, como segura e confiável para verificar o correto posicionamento de cliques, devendo ser usada rotineiramente na cirurgia de aneurismas intracranianos. (Marchese *et al.*, 2005; Cui *et al.*, 2011)

4-CASUÍSTICA E MÉTODOS

4.1- Metodologia

Desde Outubro de 2009, os aneurismas intracranianos operados no Centro Especializado em Neurologia e Neurocirurgia Associados (CENNA) do Hospital Beneficência Portuguesa de São Paulo, têm sido monitorizados com USD. Uma análise retrospectiva dos últimos 50 pacientes operados consecutivamente antes da introdução do USD foi realizada e comparada a uma análise prospectiva e consecutiva dos primeiros 50 aneurismas operados utilizando esta técnica. O período de estudo foi de 18 meses (Outubro de 2009 a Março de 2011). O status clínico dos pacientes foi avaliado através da escala de Hunt-Hess (HH), da *Glasgow Outcome Scale* (GOS) e da escala de Rankin Modificada (MRS) (Tabelas 1, 2 e 3), tanto no pré quanto no pós-operatório. Os aneurismas estavam localizados tanto na circulação anterior quanto na circulação posterior. A monitorização com o USD foi realizada usando um microsonda de 20Mhz e 0,8 mm de diâmetro (Figura 1). O estudo do fluxo foi feito no aneurisma e no segmento proximal e distal da artéria acometida, antes e depois da clipagem. Os aspectos avaliados foram: patência de fluxo da artéria principal, dos vasos perforantes, grau de oclusão do aneurisma, e ausência de fluxo no aneurisma depois da clipagem. A técnica foi considerada satisfatória se todos os aspectos fossem considerados ideais pela equipe. Se um ou mais aspectos não fossem satisfatórios pela análise do USD o clipe seria reposicionado até que o fluxo fosse o ideal. Comparação direta da velocidade de fluxo e da similitude sonora, produzida pelo USD, antes e depois da clipagem foi utilizada para melhor caracterização da estenose. Todos os pacientes foram submetidos à angiografia cerebral pré e pós-operatórias para a análise de aneurisma residual e oclusão inadvertida de artérias, além de tomografia computadorizada de crânio para a análise de infarto isquêmico pós-operatório. As informações intra-operatórias fornecidas pelo USD foram comparadas às informações angiográficas e tomográficas pós-operatórias.



Figura 1: Aparelho e microsonda de USD, utilizado no estudo.

Todos os pacientes envolvidos assinaram termo de consentimento livre e esclarecido, sabendo que seus dados clínicos, exames de imagem e vídeos cirúrgicos poderiam ser usados em trabalhos científicos. Todos os pacientes foram submetidos à avaliação pré-operatória que incluiu avaliação cardiovascular e anestésica. Todos os pacientes foram operados pela mesma equipe e fizeram o pós-operatório na mesma Unidade de Terapia Intensiva Neurológica.

O trabalho foi submetido ao comitê de ética em pesquisas, sendo aprovado em todos os seus aspectos pela Plataforma Brasil, com certificado de apresentação para apreciação ética (CAAE): 02480013.2.0000.5511.

Tabela 1- Escala de Hunt-Hess.

ESCALA DE HUNT-HESS (HH)	
HH 0	Aneurisma não rompido
HH 1	Assintomático ou com cefaléia leve
HH 2	Cefaléia moderada, rigidez de nuca moderada, paralisia de par craniano
HH 3	Letargia, confusão, déficit focal leve
HH 4	Esturpor, hemiparesia moderada a severa
HH 5	Coma profunda, rigidez descerebrada

Tabela 2- Escala de Rankin Modificada, utilizada para avaliação clínica dos pacientes.

ESCALA DE RANKIN MODIFICADA (MRS)	
MRS 0	Sem sintomas
MRS 1	Sem déficits significativos
MRS 2	Deficiência leve
MRS 3	Deficiência moderada
MRS 4	Deficiência moderadamente grave
MRS 5	Deficiência severa
MRS 6	Morte

Tabela 3- *Glasgow Outcome Scale*, utilizada para avaliação clínica dos pacientes.

GLASGOW OUTCOME SCALE (GOS)	
GOS 1	Morte
GOS 2	Estado vegetativo persistente
GOS 3	Incapacidade grave
GOS 4	Incapacidade moderada
GOS 5	Boa recuperação

4.2- Métodos Estatísticos:

As análises estatísticas foram selecionadas seguindo suas premissas básicas. Primeiramente, as amostras foram testadas para verificação de sua distribuição de probabilidade e homogeneidade das variâncias através dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene. As amostras que obtiveram resultados positivos quanto a sua natureza paramétrica foram testadas utilizando-se um conjunto de testes paramétricos.

Para a análise da diferença de médias entre idade e presença ou não de ruptura aneurismática pré-operatória com consequente HSA, foi utilizado o teste t de Student. Para analisar o tamanho médio entre os aneurismas dos dois grupos foi utilizado o teste de Mann-Whitney. O teste de Fischer foi utilizado para avaliar a localização dos aneurismas e a

distribuição por sexo dos dois grupos. O teste Qui-quadrado (χ^2) foi utilizado para avaliar as escalas de HH, GOS pré e pós-operatório e MRS pré e pós-operatório. A avaliação quanto à presença ou não de isquemia na tomografia cerebral e avaliação de alterações na ADS entre os grupos também foi feita através do teste Qui-quadrado (χ^2). O nível de significância foi fixado em 0,05. Todas as estatísticas foram calculadas usando o programa SPSS (17.0) para Windows (SPSS, Chicago, IL, EUA).

4.3- Casuística

De Outubro de 2009 até Março de 2011, 100 pacientes com diagnóstico de aneurisma cerebral foram tratados através de microcirurgia vascular intracraniana. Estes pacientes foram divididos em dois grupos: o primeiro (G1), em que durante a cirurgia não foi utilizado o USD, incluiu 50 pacientes (12 homens e 38 mulheres), representando um total de 64 aneurismas (2 na artéria cerebral anterior em sua primeira porção A1, 1 aneurisma na artéria coróideia anterior, 4 na bifurcação da artéria carótida, 23 na artéria cerebral média, 10 na artéria comunicante anterior, 15 na artéria comunicante posterior, 1 na artéria basilar, 2 na porção distal da artéria cerebral anterior, e 6 na região paraclinóideia da artéria carótida) com tamanho variando de 2 até 18mm (média de $7 \pm 5,08$ mm). A idade dos pacientes do G1 variou de 34 a 79 anos (média de $54,4 \pm 12,65$ anos). A apresentação inicial destes pacientes foi através de HSA em 31 pacientes, sendo este fator não observado em 19 pacientes com aneurismas não rotos. De acordo com a classificação de HH, 18 pacientes apresentavam HH=0, 21 apresentavam HH=1; 7 apresentavam HH=2 e 4 pacientes apresentavam HH=4. Destes pacientes, 4 apresentavam GOS=3 na admissão; 8 pacientes apresentavam GOS=4; e 38 pacientes apresentavam GOS=5. Utilizando a MRS observamos que 33 apresentavam MRS=0 na admissão; 11 pacientes apresentavam MRS=1; 2 pacientes apresentavam MRS=2; 3 pacientes apresentavam MRS=4; e 1 paciente apresentou MRS= 5.

No segundo grupo (G2), foram selecionados 50 pacientes (14 homens e 36 mulheres) de forma consecutiva e prospectiva, sendo utilizado o USD durante a microcirurgia vascular intracraniana, representando um total de 61 aneurismas (2 na artéria cerebral anterior em sua primeira porção A1; 1 aneurisma na artéria coróideia anterior, 4 na bifurcação da artéria carótida, 21 na artéria cerebral média, 9 na artéria comunicante anterior, 9 na artéria comunicante posterior, 1 na artéria basilar, 2 na porção distal da artéria cerebral anterior, 11 na região paraclinóideia da carótida e 1 na artéria cerebelar superior) com tamanho variando

de 2 até 17mm (média de $7,02 \pm 3,76$ mm). A idade variou de 23 a 78 anos (média de $54,4 \pm 12,65$ anos). A apresentação inicial foi através de HSA em 20 pacientes, sendo este fator não observado em 30 pacientes com aneurismas não rotos; de acordo com a classificação de HH, 27 pacientes apresentavam HH=0, 11 apresentavam HH=1; 9 apresentavam HH=2 e 3 pacientes apresentavam HH=3. Destes pacientes, dois apresentavam GOS=3 na admissão; 8 pacientes apresentavam GOS=4; 40 pacientes apresentavam GOS=5. Utilizando a escala MRS, à admissão, observamos que 38 apresentavam MRS=0; 6 pacientes apresentavam MRS=1; 5 pacientes apresentavam MRS=2; e 1 paciente apresentava MRS=3.

Após analisar estes grupos pudemos verificar que estes diferiam em três aspectos inicialmente: Presença de HSA ($P=0,02$), escala de HH ($P=0,03$), e MRS pré-operatória ($P=0,01$); fatores estes que não prejudicaram a avaliação pelo USD, no transoperatório. (Tabelas 4-7).

Tabela 4- Dados demográficos dos pacientes.

	Grupo 1 (Sem USD)	Grupo 2 (Com USD)	Total	P	Teste
No de Pacientes	50	50	100		
Média de Idade	$54,4 \pm 12,65$	$51,6 \pm 11,82$		0,26	T-student
Variação	34-79	23-78			
Sexo				0,69	Fischer
Masculino	12 (24%)	13 (24%)	26 (26%)		
Feminino	38 (76%)	36 (72%)	74 (74%)		

Tabela 5- Avaliação pré-operatória dos pacientes pela escala MRS.

	Grupo 1 (Sem USD)	Grupo 2 (Com USD)	Total	P	Teste
Escala de Rankin Modificada pre op				0,01	Qui-Quadrado
MRS 0	33 (66%)	38 (76%)	71 (71%)		
MRS 1	11 (22%)	6 (12%)	17 (17%)		
MRS 2	2 (4%)	5 (10%)	7 (7%)		
MRS 3	0	1 (2%)	1 (1%)		
MRS 4	3 (6%)	0	3 (3%)		
MRS 5	1 (2%)	0	1 (1%)		
MRS 6	0	0			

Tabela 6- Avaliação pré-operatória dos pacientes através do GOS.

	Grupo 1 (Sem USD)	Grupo 2 (Com USD)	Total	P	Teste
Glasgow Outcome Scale Pre op				0,96	Qui-Quadrado
GOS 1	0	0	0		
GOS 2	0	0	0		
GOS 3	4 (8%)	2 (4%)	6 (6%)		
GOS 4	8 (16%)	8 (16%)	16 (16%)		
GOS 5	38 (76%)	40 (80%)	78 (78%)		

Tabela 7- Dados relacionados à HSA e aos aneurismas.

	Grupo 1 (Sem USD)	Grupo 2 (Com USD)	Total	P Value	Teste
HSA					
(Ruptura de Aneurisma pre-op)	31 (62%)	20 (40%)	51 (51%)	0,02	T-student
Escala de Hunt and Hess				0,03	Qui-Quadrado
0	18 (36%)	27 (54%)	45 (45%)		
1	21 (42%)	11 (22%)	32 (32%)		
2	7 (14%)	9 (18%)	16 (16%)		
3	0	3 (6%)	3 (3%)		
4	4 (8%)	0	4 (4%)		
5	0	0	0		
Tamanho do Aneurisma	7,03 ± 5,05	7,02 ± 3,77		0,43	Mann-Whitney
Localização do Aneurisma				0,12	Fischer
A1	2 (3,1%)	2 (3,27%)	4 (3,2%)		
AChA	1 (1,5%)	1 (1,6%)	2 (1,6%)		
ACI-BIF	4 (6,25%)	4 (6,55%)	8 (6,4%)		
ACM	23 (35,93%)	21 (34,42%)	44 (35,2%)		
ACoA	10 (15,62%)	9 (14,75%)	19 (15,2%)		
ACoP	15 (23,43%)	9 (14,75%)	24 (19,2%)		
BASILAR	1 (1,5%)	1 (1,5%)	2 (1,6%)		
DACA	2 (3,1%)	2 (3,27%)	4 (3,2%)		
PARACLIN	6 (9,37%)	11 (18,03%)	17 (13,6%)		
SCA	0	1 (1,6%)	1 (0,8%)		
Total	64 (51,2%)	61 (48,8%)	125 (100%)		

5-RESULTADOS

5.1- Escalas de Avaliação Clínica

Após as cirurgias, as mesmas escalas utilizadas no pré-operatório foram usadas para avaliar os pacientes antes da alta hospitalar.

Em relação à GOS, os seguintes resultados foram encontrados: no grupo G1, os resultados através do GOS foram os seguintes: 40 pacientes apresentaram GOS=5; 4 pacientes apresentaram GOS=4; 4 pacientes apresentaram GOS=3 e 2 pacientes apresentaram GOS=1. Ao passo que, no grupo G2, os resultados foram: 43 pacientes apresentaram GOS=5; 4 pacientes apresentaram GOS=4; 1 paciente apresentou GOS=3; 2 pacientes apresentaram GOS=1 (Tabela 8).

Tabela 8- Resultados pós-operatórios, avaliados utilizando GOS.

	Grupo 1 (Sem USD)	Grupo 2 (Com USD)	Total	P	Teste
Glasgow Outcome Scale Pos op				0,09	Qui-Quadrado
GOS 1	2 (4%)	2 (4%)	4 (4%)		
GOS 2	0	0			
GOS 3	4 (8%)	1 (2%)	4 (5%)		
GOS 4	4 (8%)	4 (8%)	8 (8%)		
GOS 5	40 (80%)	43 (86%)	83 (83%)		

Através da escala MRS, obtivemos os seguintes resultados: no grupo G1: 34 pacientes apresentaram MRS=0; 8 pacientes apresentaram MRS=1; 2 pacientes apresentaram MRS=2; 3 pacientes apresentaram MRS=4; 1 paciente apresentou MRS=5; e 2 pacientes apresentaram MRS=6. No grupo G2, os resultados foram os seguintes: 43 pacientes apresentaram MRS=0; 3 pacientes apresentaram MRS=1; 1 paciente apresentou MRS=2; 1 paciente evoluiu com MRS=4 e 2 pacientes evoluíram com MRS=6 (Tabela 9)

Tabela 9- Resultados pós-operatórios, avaliados utilizando MRS

	Grupo 1 (Sem USD)	Grupo 2 (Com USD)	Total	P	Teste
Modified Rankin Scale pos op				0,21	Qui-Quadrado
MRS 0	34 (68%)	43 (86%)	77 (77%)		
MRS 1	8 (16%)	3 (6%)	11 (11%)		
MRS 2	2 (4%)	1 (2%)	3 (3%)		
MRS 3	0	0			
MRS 4	3 (6%)	1 (2%)	4 (4%)		
MRS 5	1 (2%)	0	1 (1%)		
MRS 6	2 (4%)	2 (4%)	4 (4%)		

Apesar da variação clínica observada em ambos os grupos, não observamos resultados estatisticamente significante entre os grupos em ambas as escalas (MRS $p=0,21$; GOS $p=0,09$).

5.2-Avaliação dos Exames de Imagem:

Nove (18%) dos 50 pacientes avaliados no grupo G1apresentaram hipodensidade nas imagens de TC pós-operatórias (Figura 2), correspondente a infartos isquêmicos decorrentes do procedimento cirúrgico; no grupo G2 observamos este achado em apenas dois casos (4%); resultado estatisticamente significante ($p=0,02$) (Tabela 10).

Tabela 10- Resultados após avaliação da TC pós-operatória, com comparação entre os grupos.

	Grupo 1 (Sem USD)	Grupo 2 (Com USD)	Total	P	Teste
Infarto (TC)				0,02	Qui-Quadrado
Sim	9 (18%)	2 (4%)	11 (11%)		
Não	41 (82%)	48 (96%)	89 (89%)		

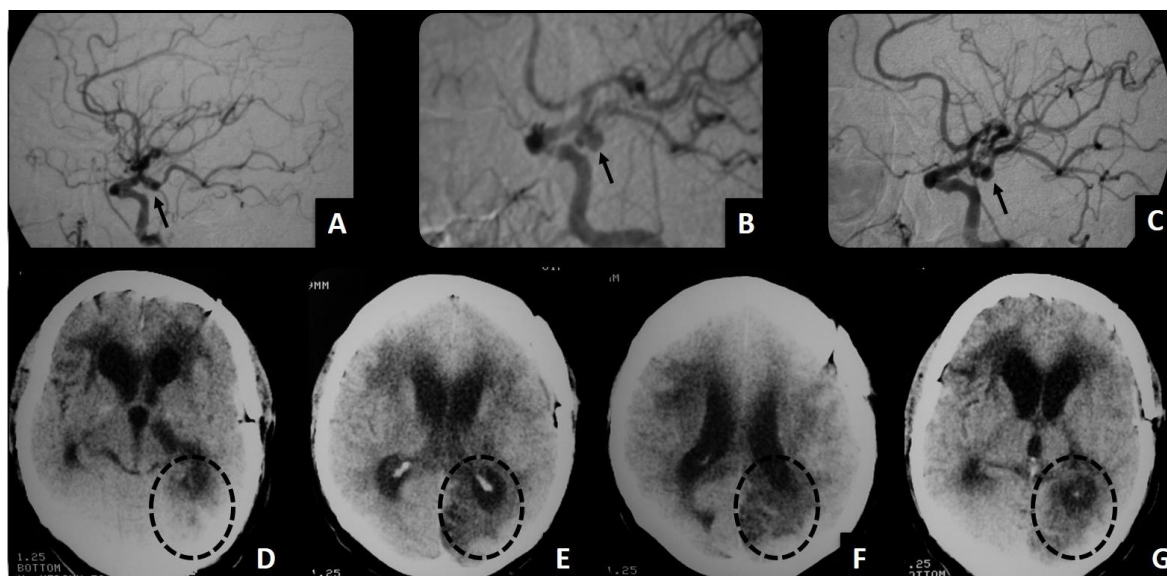


Figura 2: Paciente do Grupo 1: A, B e C: imagens angiográficas pré-operatórias, com presença de aneurisma de comunicante posterior esquerda (aneurisma indicado pela seta). D, E, F e G: imagens tomográficas pós-operatórias: Observar hipodensidade (área delimitada na figura), a qual sugere infarto isquêmico em território da artéria cerebral posterior esquerda, devido à oclusão inadvertida da artéria comunicante posterior esquerda de padrão fetal.

A angiografia pós-operatória (Figuras 3 e 4) apresentou os seguintes resultados: no grupo G1, observamos alterações na angio-arquitetura dos vasos em 10 pacientes, decorrentes de estenose do vaso (6 casos), oclusão do vaso (2 casos) e presença de aneurisma incompletamente ocluído com presença de colo residual (3 casos); um paciente apresentou estenose e colo residual. No grupo G2 observamos aquelas alterações em apenas 3 pacientes (1 caso de estenose, 1 caso de oclusão e 1 caso de colo residual), resultados estes também estatisticamente significantes ($p=0,023$), comprovando a diferença entre estes dois grupos (Tabela 11).

Tabela 11- Resultados após avaliação da ADS pós-operatória, com comparação entre os grupos.

	Grupo 1 (Sem USD)	Grupo 2 (Com USD)	Total	P	Teste
Angiografia				0,023	Qui-Quadrado
Estenose Arterial	6 (11,76%)	1 (2%)	7 (6,93%)		
Oclusão Arterial	2 (3,92%)	1 (2%)	3 (2,97%)		
Aneurisma Residual	3 (5,88%)	1 (2%)	4 (4,95%)		
Normal	40 (78,43%)	47 (94%)	87 (86,13%)		

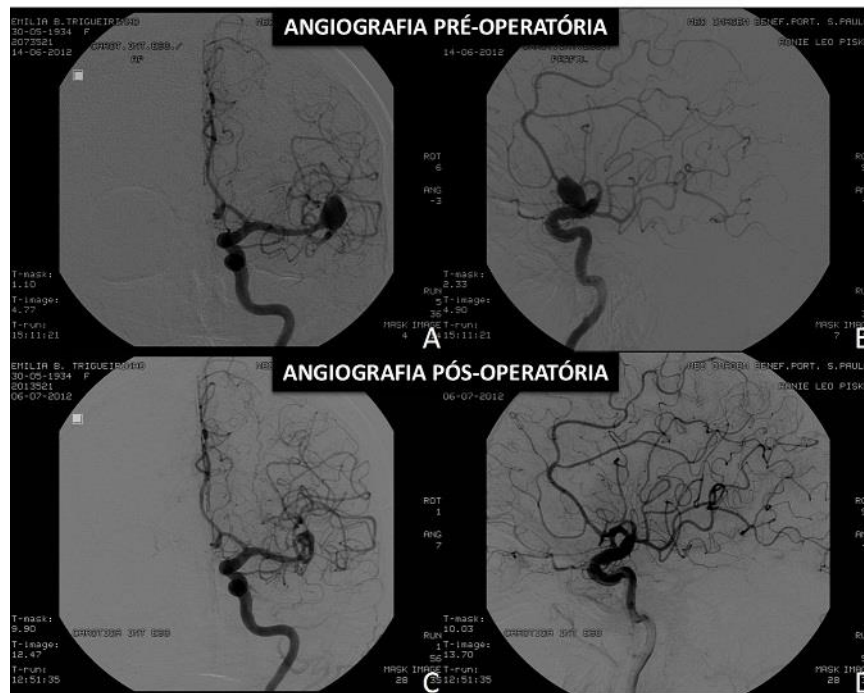


Figura 3: Paciente do Grupo 2. Imagens da ASD pré-operatória: A e B, incidência anteroposterior e oblíqua respectivamente, identificamos aneurisma gigante da artéria cerebral média esquerda, observar angio-arquitetura complexa, e íntima relação do aneurisma com outras artérias; Imagens da ASD pré-operatória: C e D, nas mesmas incidências, observar completa oclusão do aneurisma sem qualquer estenose ou oclusão arterial inadvertida.

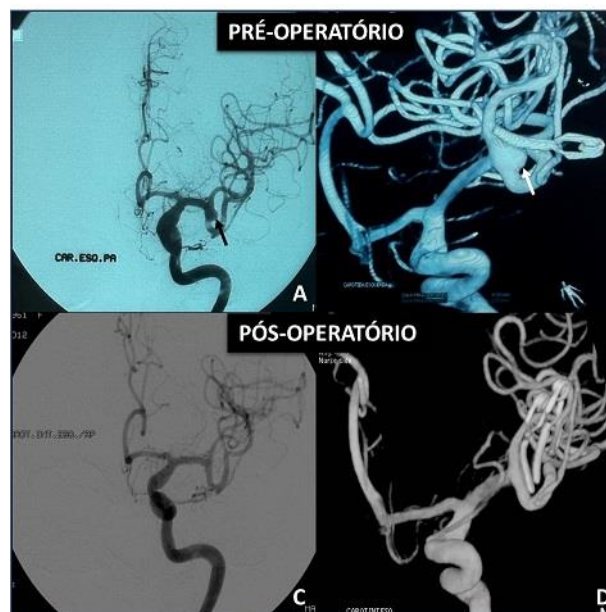


Figura 4: Paciente do Grupo 1: Paciente operada previamente sem uso do USD, apresentando aneurisma residual no seu pós-operatório imediato (identificados pelas setas, nas figuras A e B). Paciente submetida a novo procedimento para oclusão completa do aneurisma, confirmadas por angiografia após segunda cirurgia (Figuras C e D).

Após análise inicial, observamos que havia diferença estatística entre os grupos pela presença de ruptura aneurismática pré-operatória, porém esta diferença não influenciou o resultado final, como podemos ver pelos cálculos da tabela 12.

Tabela 12- Avaliação dos resultados: Variáveis observadas e ruptura aneurismática pré-operatória.

Grupo 1 (sem USD)			Grupo 2 (com USD)		
Varilável	Aneurisma Roto	Aneurisma não-roto	Aneurisma Roto	Aneurisma não-roto	<i>P</i>
Estenose Arterial	6	0	0	1	0,09
Oclusão Arterial	1	1	0	1	0,82
Aneurisma Residual	3	0	1	0	0,94
Isquemia (TC)	5	4	1	1	0,44

6-DISSCUSSÃO

A primeira utilização do USD em cirurgia de aneurismas cerebrais foi realizada por Nornes e colaboradores em 1979 (Nornes, Grip e Wikeby, 1979). Eles utilizaram esta técnica para evitar que durante a dissecação de estruturas, houvesse dissecação do ápice do aneurisma, e concluíram que com o uso do USD não ocorreriam rupturas aneurismáticas no intra-operatório. Eles identificaram que a maior desvantagem do uso do USD, seria a angulação da sonda com os vasos, o que prejudicaria na avaliação, além de uma observação prejudicada em vasos pequenos (Nornes, Grip e Wikeby, 1979).

Bailes et al.(Bailes *et al.*, 1997) relataram o uso do USD durante microcirurgias vasculares para aneurismas. Em 11 pacientes (31%), o USD intra-operatório indicou oclusão ou estenose de ramos distais aos aneurismas, fazendo com que o clipe fosse reposicionado. Todos os achados intra-operatórios do USD foram confirmados com a ADS pós-operatória (Bailes *et al.*, 1997). Resultados semelhantes foram encontrados na nossa casuística, uma vez que no G2 observamos uma redução de alterações angiográficas, de mais de duas vezes comparado ao grupo em que o USD não foi utilizado.

No trabalho realizado por Stendel (Stendel *et al.*, 2000), foi evidenciado a utilidade inequívoca do uso do USD. Verificou-se que o clipe aneurismático levou a estenose de vasos que não foi identificado visualmente em 17 dos 90 casos; somado a isso, o USD identificou aneurisma residual em 11 dos 90 casos. No total, o clipe teve que ser reposicionado em 26 casos. A maior parte dos casos que apresentaram reposicionamento do clipe, foi em pacientes que apresentavam hemorragia no espaço subaracnóideo (18/26), diferentemente da nossa casuística, que apesar de apresentar diferença estatística entre os grupos, a eficácia do USD, para evitar isquemia pós-operatória e alterações angiográficas, não foi influenciada pela ruptura aneurismática pré-operatória (tabela 12).

Marchese et al.(Marchese *et al.*, 2005) estudaram em sua série a importância do USD em cirurgias de aneurismas cerebrais, no intuito de prevenir posição incorreta do clipe aneurismático. Em 55 aneurismas (44,3%), o USD foi útil para entender a microanatomia dos aneurismas complexos. A oclusão completa do aneurisma foi observada em 94,9% dos casos, resultado este semelhante ao encontrado nesta dissertação (94%). Em 5 casos em que o USD revelava fluxo persistente, o clipe foi reposicionado. Em 25 casos (18,3%), o clipe teve de ser reposicionado, devido a uma severa redução do fluxo na artéria que originava o aneurisma ou de vasos adjacentes. No geral, houve um reposicionamento do clipe em 22,1% dos casos. Os autores relataram uma taxa de falso-negativo em 1,4% dos casos, eles concluíram que quando

comparada a ADS intra-operatória, USD apresenta melhor relação custo-benefício (Marchese *et al.*, 2005).

Kapsaliki *et al.* (Kapsalaki *et al.*, 2008) verificaram a importância do USD no posicionamento correto do clipe em cirurgias de aneurismas cerebrais. Achados intra-operatórios do USD evidenciaram redução do fluxo sanguíneo cerebral em 15,6% dos aneurismas. Após reposicionamento do clipe, houve restauração do fluxo, tal qual antes da clipagem, em 86,9% dos casos. Estes resultados foram confirmados pela ADS pós-operatória. Nesta série observamos um reposicionamento do clipe em 28,5% dos casos e um valor de falso positivo de 20%.

Os resultados deste inédito estudo, comprovam o impacto do USD em microcirurgias vasculares intracranianos. Os artigos prévios sobre o uso do USD, já mostravam bons resultados, quanto a correta posição do clipe, o que este trabalho traz de novo, é a correlação entre as informações do USD no trans-operatório, com os resultados de imagens (TC e ASD) no pós operatório, provando que o USD é um método eficaz para análise do FSC, e que cirurgias em que esta técnica é utilizada, o resultado final é positivo, quanto a preservação da circulação cerebral e quanto a completa oclusão aneurismática.

7-CONCLUSÕES

O impacto da introdução do USD como método de análise do fluxo sanguíneo cerebral durante a microcirurgia dos aneurismas intracranianos, pode ser visto através dos resultados, que mostraram:

- Diminuição da ocorrência de oclusão parcial dos aneurismas, ocorrência de estenose ou oclusão arterial na ADS pós-operatória, no grupo em que o USD foi utilizado;
- Diminuição da ocorrência de infarto isquêmico cerebral na TC de crânio pós-operatória, no grupo em que o USD foi utilizado.

8-REFERÊNCIAS

AASLID, R.; MARKWALDER, T. M.; NORNES, H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. **J Neurosurg**, v. 57, n. 6, p. 769-74, Dec 1982. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7143059> >.

ALEXANDER, T. D. et al. Intraoperative angiography in cerebral aneurysm surgery: a prospective study of 100 craniotomies. **Neurosurgery**, v. 39, n. 1, p. 10-7; discussion 17-8, Jul 1996. ISSN 0148-396X (Print)
0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8805135> >.

ALLCOCK, J. M.; DRAKE, C. G. Postoperative Angiography in Cases of Ruptured Intracranial Aneurysm. **J Neurosurg**, v. 20, p. 752-9, Sep 1963. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14184993> >.

BAILES, J. E. et al. Intraoperative angiography and temporary balloon occlusion of the basilar artery as an adjunct to surgical clipping: technical note. **Neurosurgery**, v. 30, n. 6, p. 949-53, Jun 1992. ISSN 0148-396X (Print)
0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1614604> >.

BAILES, J. E. et al. Intraoperative microvascular Doppler sonography in aneurysm surgery. **Neurosurgery**, v. 40, n. 5, p. 965-70; discussion 970-2, May 1997. ISSN 0148-396X (Print)
0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9149255> >.

BARROW, D. L.; BOYER, K. L.; JOSEPH, G. J. Intraoperative angiography in the management of neurovascular disorders. **Neurosurgery**, v. 30, n. 2, p. 153-9, Feb 1992. ISSN 0148-396X (Print)
0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1545881> >.

BROWN, R. D. et al. Stroke incidence, prevalence, and survival: secular trends in Rochester, Minnesota, through 1989. **Stroke**, v. 27, n. 3, p. 373-80, Mar 1996. ISSN 0039-2499 (Print)
0039-2499 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8610298> >.

CABRAL, N. L. et al. [Epidemiology of cerebrovascular disease in Joinville, Brazil. An institutional study]. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 55, n. 3A, p. 357-63, Sep 1997. ISSN 0004-282X (Print)
0004-282X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9629349> >.

CHIANG, V. L. et al. Routine intraoperative angiography during aneurysm surgery. **J Neurosurg**, v. 96, n. 6, p. 988-92, Jun 2002. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12066932> >.

CUI, H. et al. Role of intraoperative microvascular Doppler in the microsurgical management of intracranial aneurysms. **J Clin Ultrasound**, v. 39, n. 1, p. 27-31, Jan 2011. ISSN 1097-0096 (Electronic)
0091-2751 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20949570> >.

DASHTI, R. et al. Microscope-integrated near-infrared indocyanine green videoangiography during surgery of intracranial aneurysms: the Helsinki experience. **Surg Neurol**, v. 71, n. 5, p. 543-50; discussion 550, May 2009. ISSN 0090-3019 (Print)
0090-3019 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19328531> >.

DE OLIVEIRA, J. G. et al. Assessment of flow in perforating arteries during intracranial aneurysm surgery using intraoperative near-infrared indocyanine green videoangiography. **Neurosurgery**, v. 61, n. 3 Suppl, p. 63-72; discussion 72-3, Sep 2007. ISSN 1524-4040 (Electronic)

0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17876226> >.

DEMAERSCHALK, B. M.; HWANG, H. M.; LEUNG, G. Cost analysis review of stroke centers, telestroke, and rt-PA. **Am J Manag Care**, v. 16, n. 7, p. 537-44, Jul 2010. ISSN 1936-2692 (Electronic)

1088-0224 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20645669> >.

DERDEYN, C. P. et al. Intracranial aneurysm: anatomic factors that predict the usefulness of intraoperative angiography. **Radiology**, v. 205, n. 2, p. 335-9, Nov 1997. ISSN 0033-8419 (Print)

0033-8419 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9356612> >.

DERDEYN, C. P. et al. Intraoperative digital subtraction angiography: a review of 112 consecutive examinations. **AJNR Am J Neuroradiol**, v. 16, n. 2, p. 307-18, Feb 1995. ISSN 0195-6108 (Print)

0195-6108 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7726077> >.

DRAKE, C. G.; ALLCOCK, J. M. Postoperative angiography and the "slipped" clip. **J Neurosurg**, v. 39, n. 6, p. 683-9, Dec 1973. ISSN 0022-3085 (Print)

0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4759655> >.

DRAKE, C. G.; VANDERLINDEN, R. G. The late consequences of incomplete surgical treatment of cerebral aneurysms. **J Neurosurg**, v. 27, n. 3, p. 226-38, Sep 1967. ISSN 0022-3085 (Print)

0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6047996> >.

EBINA, K. et al. Recurrence of cerebral aneurysm after initial neck clipping. **Neurosurgery**, v. 11, n. 6, p. 764-8, Dec 1982. ISSN 0148-396X (Print)

0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7162566> >.

ERICSON, M. B. et al. Two-photon laser-scanning fluorescence microscopy applied for studies of human skin. **J Biophotonics**, v. 1, n. 4, p. 320-30, Sep 2008. ISSN 1864-0648 (Electronic)

1864-063X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19343655> >.

FEUERBERG, I. et al. Natural history of postoperative aneurysm rests. **J Neurosurg**, v. 66, n. 1, p. 30-4, Jan 1987. ISSN 0022-3085 (Print)

0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3783256> >.

FIRSCHING, R.; SYNOWITZ, H. J.; HANEBECK, J. Practicability of intraoperative microvascular Doppler sonography in aneurysm surgery. **Minim Invasive Neurosurg**, v. 43, n. 3, p. 144-8, Sep 2000. ISSN 0946-7211 (Print)

0946-7211 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11108114> >.

FISCHER, G.; STADIE, A.; OERTEL, J. M. Near-infrared indocyanine green videoangiography versus microvascular Doppler sonography in aneurysm surgery. **Acta Neurochir (Wien)**, v. 152, n. 9, p. 1519-25, Sep 2010. ISSN 0942-0940 (Electronic) 0001-6268 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20623360> >.

FLANIGAN, D. P. et al. Multiple subcritical arterial stenoses: effect on poststenotic pressure and flow. **Ann Surg**, v. 186, n. 5, p. 663-8, Nov 1977. ISSN 0003-4932 (Print) 0003-4932 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/921360> >.

FRIEDMAN, J. A.; ANDERSON, R. E.; MEYER, F. B. Techniques of intraoperative cerebral blood flow measurement. **Neurosurg Focus**, v. 9, n. 5, p. e4, 2000. ISSN 1092-0684 (Electronic) 1092-0684 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16821756> >.

FRIEDMAN, J. A.; KUMAR, R. Intraoperative angiography should be standard in cerebral aneurysm surgery. **BMC Surg**, v. 9, p. 7, 2009. ISSN 1471-2482 (Electronic) 1471-2482 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19405979> >.

FRIEDMAN, W. A. et al. Monitoring of somatosensory evoked potentials during surgery for middle cerebral artery aneurysms. **Neurosurgery**, v. 29, n. 1, p. 83-8, Jul 1991. ISSN 0148-396X (Print) 0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1870692> >.

GILLER, C. A.; MEYER, Y. J.; BATJER, H. H. Hemodynamic assessment of the spinal cord arteriovenous malformation with intraoperative microvascular Doppler ultrasound: case report. **Neurosurgery**, v. 25, n. 2, p. 270-5, Aug 1989. ISSN 0148-396X (Print) 0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2505157> >.

GILSBACH, J.; EGGERT, H. R. Transoral operations for craniospinal malformations. **Neurosurg Rev**, v. 6, n. 4, p. 199-209, 1983. ISSN 0344-5607 (Print) 0344-5607 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6674837> >.

GILSBACH, J. M.; HASSLER, W. E. Intraoperative Doppler and real time sonography in neurosurgery. **Neurosurg Rev**, v. 7, n. 2-3, p. 199-208, 1984. ISSN 0344-5607 (Print) 0344-5607 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6493519> >.

GROSSART, K. W.; TURNER, J. W. Per-operative angiography in cerebral vascular surgery. **Clin Radiol**, v. 25, n. 3, p. 279-92, Jul 1974. ISSN 0009-9260 (Print) 0009-9260 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4423000> >.

GRUBER, A. et al. Prospective comparison of intraoperative vascular monitoring technologies during cerebral aneurysm surgery. **Neurosurgery**, v. 68, n. 3, p. 657-73; discussion 673, Mar 2011. ISSN 1524-4040 (Electronic) 0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21164372> >.

HAUCK, E. F. et al. Clipping of very large or giant unruptured intracranial aneurysms in the anterior circulation: an outcome study. **J Neurosurg**, v. 109, n. 6, p. 1012-8, Dec 2008. ISSN 0022-3085 (Print) 0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19035713> >.

HOLSCHER, T. et al. Assessment of brain perfusion with echo contrast specific imaging modes and Optison. **Acad Radiol**, v. 9 Suppl 2, p. S386-8, Aug 2002. ISSN 1076-6332 (Print)

1076-6332 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12188285> >.

HOLSCHER, T. et al. Intraoperative brain ultrasound: a new approach to study flow dynamics in intracranial aneurysms. **Ultrasound Med Biol**, v. 32, n. 9, p. 1307-13, Sep 2006. ISSN 0301-5629 (Print)

0301-5629 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16965970> >.

HORIUCHI, K. et al. Intraoperative monitoring of blood flow insufficiency during surgery of middle cerebral artery aneurysms. **J Neurosurg**, v. 103, n. 2, p. 275-83, Aug 2005. ISSN 0022-3085 (Print)

0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16175857> >.

INGALL, T. et al. A multinational comparison of subarachnoid hemorrhage epidemiology in the WHO MONICA stroke study. **Stroke**, v. 31, n. 5, p. 1054-61, May 2000. ISSN 0039-2499 (Print)

0039-2499 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10797165> >.

KAPSALAKI, E. Z. et al. The role of intraoperative micro-Doppler ultrasound in verifying proper clip placement in intracranial aneurysm surgery. **J Clin Neurosci**, v. 15, n. 2, p. 153-7, Feb 2008. ISSN 0967-5868 (Print)

0967-5868 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17981038> >.

KASSELL, N. F. Angiography after aneurysm surgery. **J Neurosurg**, v. 80, n. 5, p. 953-4, May 1994. ISSN 0022-3085 (Print)

0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8169647> >.

KATO, Y. et al. Endoscope-assisted microsurgery for cerebral aneurysms. **Minim Invasive Neurosurg**, v. 43, n. 2, p. 91-7, Jun 2000. ISSN 0946-7211 (Print)

0946-7211 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10943987> >.

KATZ, J. M. et al. Is routine intraoperative angiography in the surgical treatment of cerebral aneurysms justified? A consecutive series of 147 aneurysms. **Neurosurgery**, v. 58, n. 4, p. 719-27; discussion 719-27, Apr 2006. ISSN 1524-4040 (Electronic)

0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16575336> >.

KIVISAARI, R. P. et al. Routine cerebral angiography after surgery for saccular aneurysms: is it worth it? **Neurosurgery**, v. 55, n. 5, p. 1015-24, Nov 2004. ISSN 1524-4040 (Electronic)

0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15509308> >.

KLOPFENSTEIN, J. D. et al. Comparison of routine and selective use of intraoperative angiography during aneurysm surgery: a prospective assessment. **J Neurosurg**, v. 100, n. 2, p. 230-5, Feb 2004. ISSN 0022-3085 (Print)

0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15086229> >.

KOIZUMI, H. et al. Choroidal circulatory disturbances associated with retinal angiomatous proliferation on indocyanine green angiography. **Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol**, v. 246, n. 4, p. 515-20, Apr 2008. ISSN 0721-832X (Print)

0721-832X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17972093> >.

KOMOTAR, R. J. et al. Advances in vasospasm treatment and prevention. **J Neurol Sci**, v. 261, n. 1-2, p. 134-42, Oct 15 2007. ISSN 0022-510X (Print)
0022-510X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17570400> >.

LE ROUX, P. D. et al. Risks and benefits of diagnostic angiography after aneurysm surgery: a retrospective analysis of 597 studies. **Neurosurgery**, v. 42, n. 6, p. 1248-54; discussion 1254-5, Jun 1998. ISSN 0148-396X (Print)
0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9632182> >.

LIN, T.; FOX, A. J.; DRAKE, C. G. Regrowth of aneurysm sacs from residual neck following aneurysm clipping. **J Neurosurg**, v. 70, n. 4, p. 556-60, Apr 1989. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2926496> >.

LINDSETH, F. et al. Blood flow imaging: an angle-independent ultrasound modality for intraoperative assessment of flow dynamics in neurovascular surgery. **Neurosurgery**, v. 65, n. 6 Suppl, p. 149-57; discussion 157, Dec 2009. ISSN 1524-4040 (Electronic)
0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19934989> >.

LITVACK, Z. N.; ZADA, G.; LAWS, E. R., JR. Indocyanine green fluorescence endoscopy for visual differentiation of pituitary tumor from surrounding structures. **J Neurosurg**, v. 116, n. 5, p. 935-41, May 2012. ISSN 1933-0693 (Electronic)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22360574> >.

MAAREK, J. M. et al. Measurement of cardiac output with indocyanine green transcutaneous fluorescence dilution technique. **Anesthesiology**, v. 100, n. 6, p. 1476-83, Jun 2004. ISSN 0003-3022 (Print)
0003-3022 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15166567> >.

MACDONALD, D. B. Intraoperative motor evoked potential monitoring: overview and update. **J Clin Monit Comput**, v. 20, n. 5, p. 347-77, Oct 2006. ISSN 1387-1307 (Print)
1387-1307 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16832580> >.

MACDONALD, R. L.; WALLACE, M. C.; KESTLE, J. R. Role of angiography following aneurysm surgery. **J Neurosurg**, v. 79, n. 6, p. 826-32, Dec 1993. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8246049> >.

MANNINEN, P. H. et al. Evoked potential monitoring during posterior fossa aneurysm surgery: a comparison of two modalities. **Can J Anaesth**, v. 41, n. 2, p. 92-7, Feb 1994. ISSN 0832-610X (Print)
0832-610X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8131241> >.

MARCHESE, E. et al. Intraoperative microvascular Doppler in intracranial aneurysm surgery. **Surg Neurol**, v. 63, n. 4, p. 336-42; discussion 342, Apr 2005. ISSN 0090-3019 (Print)
0090-3019 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15808715> >.

MARTIN, N. A. et al. Intraoperative digital subtraction angiography and the surgical treatment of intracranial aneurysms and vascular malformations. **J Neurosurg**, v. 73, n. 4, p. 526-33, Oct 1990. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2398382> >.

MEINING, A. et al. Detection of cholangiocarcinoma in vivo using miniprobe-based confocal fluorescence microscopy. **Clin Gastroenterol Hepatol**, v. 6, n. 9, p. 1057-60, Sep 2008. ISSN 1542-7714 (Electronic)
1542-3565 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18639496> >.

MIYAZAKI, M.; KATO, K. Measurement of Cerebral Blood Flow by Ultrasonic Doppler Technique. Mechanism of Hypertensive Encephalopathy and Cerebral Vascular Insufficiency. **Jpn Circ J**, v. 29, p. 109-12, Feb 1965. ISSN 0047-1828 (Print)
0047-1828 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14264331> >.

MOLYNEUX, A. J. et al. Risk of recurrent subarachnoid haemorrhage, death, or dependence and standardised mortality ratios after clipping or coiling of an intracranial aneurysm in the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT): long-term follow-up. **Lancet Neurol**, v. 8, n. 5, p. 427-33, May 2009. ISSN 1474-4422 (Print)
1474-4422 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19329361> >.

NEULOH, G. et al. Motor evoked potential monitoring with supratentorial surgery. **Neurosurgery**, v. 61, n. 1 Suppl, p. 337-46; discussion 346-8, Jul 2007. ISSN 1524-4040 (Electronic)
0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18813156> >.

NEULOH, G.; SCHRAMM, J. Monitoring of motor evoked potentials compared with somatosensory evoked potentials and microvascular Doppler ultrasonography in cerebral aneurysm surgery. **J Neurosurg**, v. 100, n. 3, p. 389-99, Mar 2004. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15035273> >.

NORNES, H.; GRIP, A.; WIKÉBY, P. Intraoperative evaluation of cerebral hemodynamics using directional Doppler technique. Part 1: Arteriovenous malformations. **J Neurosurg**, v. 50, n. 2, p. 145-51, Feb 1979. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/430124> >.

OLAFSSON, E.; HAUSER, W. A.; GUDMUNDSSON, G. A population-based study of prognosis of ruptured cerebral aneurysm: mortality and recurrence of subarachnoid hemorrhage. **Neurology**, v. 48, n. 5, p. 1191-5, May 1997. ISSN 0028-3878 (Print)
0028-3878 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9153441> >.

ORIGITANO, T. C. et al. Optimal clip application and intraoperative angiography for intracranial aneurysms. **Surg Neurol**, v. 51, n. 2, p. 117-24; discussion 124-8, Feb 1999. ISSN 0090-3019 (Print)
0090-3019 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10029414> >.

PAI, B. S.; MURALIMOHAN, S. Intraoperative angiography in aneurysm surgery: an initial experience. **Neurol India**, v. 58, n. 4, p. 571-5, Jul-Aug 2010. ISSN 0028-3886 (Print)
0028-3886 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20739794> >.

PERNECZKY, A.; BOECHER-SCHWARZ, H. G. Endoscope-assisted microsurgery for cerebral aneurysms. **Neurol Med Chir (Tokyo)**, v. 38 Suppl, p. 33-4, 1998. ISSN 0470-8105 (Print)

0470-8105 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10234974> >.

PROUST, F. et al. Causes of morbidity and mortality after ruptured aneurysm surgery in a series of 230 patients. The importance of control angiography. **Stroke**, v. 26, n. 9, p. 1553-7, Sep 1995. ISSN 0039-2499 (Print)

0039-2499 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7660397> >.

QUINONES-HINOJOSA, A. et al. Transcranial motor evoked potentials during basilar artery aneurysm surgery: technique application for 30 consecutive patients. **Neurosurgery**, v. 54, n. 4, p. 916-24; discussion 924, Apr 2004. ISSN 0148-396X (Print)

0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15046658> >.

RAABE, A. et al. Near-infrared indocyanine green video angiography: a new method for intraoperative assessment of vascular flow. **Neurosurgery**, v. 52, n. 1, p. 132-9; discussion 139, Jan 2003. ISSN 0148-396X (Print)

0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12493110> >.

RAABE, A. et al. Prospective evaluation of surgical microscope-integrated intraoperative near-infrared indocyanine green videoangiography during aneurysm surgery. **J Neurosurg**, v. 103, n. 6, p. 982-9, Dec 2005. ISSN 0022-3085 (Print)

0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16381184> >.

RAPP, M. et al. Endoscopic assisted visualisation of 5-ALA induced fluorescence in malignant glioma surgery- a technical note. **World Neurosurg**, Jul 16 2013. ISSN 1878-8750 (Electronic). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23871813> >.

RAUZZINO, M. J.; QUINN, C. M.; FISHER, W. S., 3RD. Angiography after aneurysm surgery: indications for "selective" angiography. **Surg Neurol**, v. 49, n. 1, p. 32-40; discussion 40-1, Jan 1998. ISSN 0090-3019 (Print)

0090-3019 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9428892> >.

SHIBATA, Y. et al. Use of microvascular Doppler sonography in aneurysm surgery on the anterior choroidal artery. **Neurol Med Chir (Tokyo)**, v. 40, n. 1, p. 30-5; discussion 35-7, Jan 2000. ISSN 0470-8105 (Print)

0470-8105 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10721253> >.

SIASIOS, I.; KAPSALAKI, E. Z.; FOUNTAS, K. N. The role of intraoperative micro-Doppler ultrasound in verifying proper clip placement in intracranial aneurysm surgery. **Neuroradiology**, v. 54, n. 10, p. 1109-18, Oct 2012. ISSN 1432-1920 (Electronic)

0028-3940 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22415343> >.

SINDOU, M.; ACEVEDO, J. C.; TURJMAN, F. Aneurysmal remnants after microsurgical clipping: classification and results from a prospective angiographic study (in a consecutive series of 305 operated intracranial aneurysms). **Acta Neurochir (Wien)**, v. 140, n. 11, p. 1153-9, 1998. ISSN 0001-6268 (Print)

0001-6268 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9870061> >.

STENDEL, R. et al. Intraoperative microvascular Doppler ultrasonography in cerebral aneurysm surgery. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, v. 68, n. 1, p. 29-35, Jan 2000. ISSN 0022-3050 (Print)
0022-3050 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10601397> >.

STEVEN, J. L. Postoperative angiography in treatment of intracranial aneurysms. **Acta Radiol Diagn (Stockh)**, v. 5, p. 536-48, 1966. ISSN 0567-8056 (Print)
0567-8056 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5957856> >.

SUZUKI, J.; KWAK, R.; KATAKURA, R. Review of incompletely occluded surgically treated cerebral aneurysms. **Surg Neurol**, v. 13, n. 4, p. 306-10, Apr 1980. ISSN 0090-3019 (Print)
0090-3019 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6990528> >.

SUZUKI, K. et al. Intraoperative monitoring of blood flow insufficiency in the anterior choroidal artery during aneurysm surgery. **J Neurosurg**, v. 98, n. 3, p. 507-14, Mar 2003. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12650421> >.

SZELENYI, A. et al. Transcranial and direct cortical stimulation for motor evoked potential monitoring in intracerebral aneurysm surgery. **Neurophysiol Clin**, v. 37, n. 6, p. 391-8, Dec 2007. ISSN 0987-7053 (Print)
0987-7053 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18083494> >.

SZELENYI, A. et al. Monitoring of muscle motor evoked potentials during cerebral aneurysm surgery: intraoperative changes and postoperative outcome. **J Neurosurg**, v. 105, n. 5, p. 675-81, Nov 2006. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17121127> >.

TANG, G. et al. Intraoperative angiography during aneurysm surgery: a prospective evaluation of efficacy. **J Neurosurg**, v. 96, n. 6, p. 993-9, Jun 2002. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12066933> >.

TANIGUCHI, M. et al. Application of a rigid endoscope to the microsurgical management of 54 cerebral aneurysms: results in 48 patients. **J Neurosurg**, v. 91, n. 2, p. 231-7, Aug 1999. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10433311> >.

TURHAN, T.; ERSAHIN, Y. Near-infrared camera for intraventricular neuroendoscopic procedures: in vitro comparison of the efficiency of near-infrared camera and visual light camera during bleeding. **Childs Nerv Syst**, v. 27, n. 3, p. 439-44, Mar 2011. ISSN 1433-0350 (Electronic)
0256-7040 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20827482> >.

UNSGAARD, G. et al. Intra-operative 3D ultrasound in neurosurgery. **Acta Neurochir (Wien)**, v. 148, n. 3, p. 235-53; discussion 253, Mar 2006. ISSN 0001-6268 (Print)
0001-6268 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16362178> >.

WEIR, B. Value of immediate postoperative angiography following aneurysm surgery. Report of two cases. **J Neurosurg**, v. 54, n. 3, p. 396-8, Mar 1981. ISSN 0022-3085 (Print)

0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7463142> >.

WOITZIK, J. et al. Intraoperative control of extracranial-intracranial bypass patency by near-infrared indocyanine green videoangiography. **J Neurosurg**, v. 102, n. 4, p. 692-8, Apr 2005. ISSN 0022-3085 (Print)

0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15871512> >.

WOYDT, M. et al. Intraoperative color duplex sonography of basal arteries during aneurysm surgery. **J Neuroimaging**, v. 7, n. 4, p. 203-7, Oct 1997. ISSN 1051-2284 (Print)

1051-2284 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9344000> >.

YACH, D. et al. The global burden of chronic diseases: overcoming impediments to prevention and control. **JAMA**, v. 291, n. 21, p. 2616-22, Jun 2 2004. ISSN 1538-3598 (Electronic)

0098-7484 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15173153> >.

YEON, J. Y. et al. Transcranial motor evoked potential monitoring during the surgical clipping of unruptured intracranial aneurysms. **J Neurol Sci**, v. 293, n. 1-2, p. 29-34, Jun 15 2010. ISSN 1878-5883 (Electronic)

0022-510X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20409559> >.

ZACHARIA, B. E. et al. Epidemiology of aneurysmal subarachnoid hemorrhage. **Neurosurg Clin N Am**, v. 21, n. 2, p. 221-33, Apr 2010. ISSN 1558-1349 (Electronic)

1042-3680 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20380965> >.

9-APÊNDICES

ANEXO 1: Termo de consentimento livre e informado

Título do trabalho: *Impacto da introdução do microdoppler vascular para a avaliação do fluxo sanguíneo cerebral durante a microcirurgia de aneurismas intracranianos.*

Durante a leitura do documento abaixo fui informado (a) que posso interromper para fazer qualquer pergunta, com objetivo de tirar dúvidas, para o meu melhor esclarecimento.

Eu,..... fui convidado pelo Dr Benedito Jamilson Araújo Pereira médico residente em neurocirurgia, CRM-SP 147667 e pelo Dr Jean Gonçalves de Oliveira médico Neurocirurgião CRM-SP 84048, durante meu atendimento no Hospital Real e Benemerita Sociedade Portuguesa de Beneficência, para participar do projeto de pesquisa com o título acima citado, que tem por finalidade Analisar o impacto da introdução do microdoppler vascular como método de análise do fluxo sanguíneo cerebral durante a microcirurgia dos aneurismas intracranianos. O Dr Benedito explicou-me o que é aneurisma e o que é microdoppler vascular, e como seria utilizado o material durante a cirurgia diária de forma clara e compreensível.

Após as explicações, autorizo a utilização de meus dados clínicos, assim como exames neurológicos e informações de minha cirurgias (incluindo vídeos) para projetos de trabalho científicos, apresentação em aulas e congressos, desde que seja preservada minha identificação.

Fui informado(a) que em casos de urgências ou emergências eu receberei atendimento médico necessário no Hospital Real e Benemerita Sociedade Portuguesa de Beneficência, situado à Rua Maestro Cardim, 769, Bairro da Bela Vista, com telefone para contato (11) 32666296, a qualquer momento que achem necessário; foi explicado a minha pessoa, que Caso algum indivíduo se sinta lesado, a possibilidade deste vir a ser ressarcido será analisado por todos os envolvidos no trabalho, inclusive com o próprio.

Após todas as explicações ele me convidou a participar do estudo me informou ainda que meu nome nem outro dado que possa me identificar serão publicados ou divulgados. Fui informado que eu poderei sair deste estudo, a qualquer momento, caso decida, e que esse trabalho antes de ser iniciado foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa e que os resultados da pesquisa serão publicados em revista médica SEM constar o meu nome (ou as iniciais do meu nome) ou o meu endereço. Assim, considero-me satisfeito com as explicações deste documento, e também as explicações recebidas inclusive durante a leitura desse documento que foi realizada de forma pausada e clara, quando também tive a oportunidade de lê-lo e fazer perguntas. Qualquer dúvida ou complicação que me ocorra no transcurso deste estudo, eu poderei contactar com o Dr Benedito Pereira pelo telefone (11) 78063320 ou o Comitê de Ética e Pesquisa da para os devidos esclarecimentos, e poderei desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, e que mesmo assim receberei o tratamento para minha doença.

São Paulo, ____/____/____

NOME: _____

Assinatura⇒_____

Nome: Benedito Pereira

ANEXO 2: TERMO DE CONSENTIMENTO CIRÚRGICO DO HOSPITAL REAL E
BENEMÉRITA SOCIEDADE PORTUGUESA DE BENEFICÊNCIA- SÃO PAULO

**TERMO DE ESCLARECIMENTO, CIÊNCIA E CONSENTIMENTO DE RISCO
PARA PROCEDIMENTO CIRÚRGICO**

Procedimento(s): _____

Etiqueta do paciente

Eu _____
portador da cédula de identidade RG nº _____, CPF/MF nº
_____ na qualidade de ☐ Paciente ☐ Responsável (Grau de
Parentesco) _____, DECLARO que:

- 1) Fui informado (a) pelo médico (a), com base nas avaliações e nos exames realizados, sobre as minhas condições de saúde;
- 2) Recebi todas as explicações necessárias quanto aos riscos, benefícios, alternativas de tratamento, bem como fui informado(a) sobre os riscos e/ou benefícios de não ser tomada nenhuma atitude terapêutica diante da natureza da(s) enfermidade(s) diagnosticada(s);
- 3) Estou ciente de que, durante o(s) exame(s) e/ou procedimento(s) para tentar curar, poderão ocorrer situações imprevisíveis ou fortuitas;
- 4) Estou ciente de que em procedimentos médicos invasivos, como o citado, podem ocorrer complicações gerais como sangramento, infecção, problemas cardiovasculares, respiratórios e renais;
- 5) Estou ciente de que para realizar o(s) procedimento(s) acima especificado(s) será necessário o emprego de anestesia, cujos métodos, técnicas e fármacos anestésicos serão de indicação exclusiva do médico anestesista ou do cirurgião, quando anestesia local, estando também ciente dos riscos, benefícios e alternativas de cada procedimento anestésico;
- 6) Por livre iniciativa autorizo que o(s) procedimento(s) seja(m) realizado(s) da forma como foi exposto no presente termo, excluindo-se os procedimentos necessários para tentar solucionar as situações imprevisíveis, emergenciais, as quais deverão ser conduzidas e resolvidas de acordo com a particularidade de cada evento;
- 7) Esta autorização é dada ao(a) médico(a) responsável pela cirurgia, bem como ao(s) seu(s) assistente(s) e/ou outros(s) profissional(is) por ele selecionado(s) a intervir no(s)

procedimento(s) e de acordo com o seu julgamento profissional, quanto à necessidade de coparticipação;

- 8) Tive a oportunidade de esclarecer todas as minhas dúvidas relativas ao(s) procedimento(s), após ter lido e compreendido todas as informações deste documento, antes de sua assinatura;
- 9) Consinto, portanto, de forma voluntária, ao(s) médico(s) abaixo identificado(s) a realizar(em) o(s) procedimento(s) e permito que ele (s) utilize(m) seu(s) julgamento(s) técnico(s) para que eles escolham os meios apropriados ao seu alcance para obter os melhores resultados possíveis através dos recursos conhecidos na atualidade pela Medicina e disponíveis no local onde se realiza o(s) tratamento(s).

São Paulo, ____/____/____.

Assinatura: _____

Deve ser preenchido pelo médico

Confirmo que expliquei detalhadamente para o(a) paciente e/ou seu(s) familiar(es), ou responsável(eis), o propósito, os riscos, os benefícios e as alternativas para o tratamento(s)/procedimento(s) acima descritos

São Paulo, ____/____/____.

Assinatura, Carimbo e CRM

Extrusion of Ventriculoperitoneal Shunt: Bibliographic review and a illustrative case

Extrusão de DVP: Revisão bibliográfica e apresentação de caso ilustrativo

Presentation of case and

Brief Bibliographic Review

Service of Neurosurgery

Hospital Antônio Targino

Campina Grande- Brazil

Luciano Ferreira de Holanda¹

Rafael Rodrigues Holanda²

Amauri Pereira da Silva Filho²

Pierre Vansant de Oliveira Eugênio³

Vanessa Milanesi Holanda⁴

Jean Gonçalves de Oliveira⁵

Benedito Jamilson Araújo Pereira⁶

1- Doutorando em Medicina pela UFBA

2- Neurocirurgioes do Hospital Antônio Targino Campina Grande- PB

3- Acadêmico de Medicina da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) sob matrícula 20712032

4- Residente de Neurocirurgia Equipe CENNA-SP Beneficência Portuguesa-SP
Mestranda em Medicina UNINOVE

5- Chefe do departamento de Neurocirurgia Vascular- Equipe CENNA-SP;
Departamento de Neurocirurgia escola de Medicina UNINOVE

6- Residente de Neurocirurgia Equipe CENNA-SP Beneficência Portuguesa-SP
Mestrando em Medicina UNINOVE

Benedito Jamilson Araújo Pereira; Rua Martiniano de Carvalho, 669- Bela Vista- CEP 01321001 São Paulo-SP
TEL: 11-78063320

Abstract: The ventriculo-peritoneal shunt (VPS) is one of the most executed neurosurgical procedures. Since their introduction in 1950s, placement of shunts is the most common treatment of hydrocephalus. Among the several body cavities in which cerebrospinal fluid has been drained, peritoneum is the most common utilized because of the relative simplicity of the surgical procedure and the acceptable low rate of complications. Complications of VP shunts may occur anywhere along their course from the cerebral ventricle to the peritoneal cavity. Rare complications such as migration of the peritoneal catheter into the stomach, gallbladder, urinary bladder, vagina, liver, bowel, colon, and diaphragm have been described including, but not limited to, improper placement, obstruction, infection, fracture, migration, hematoma or loculated fluid formation, or alteration in programmable shunt settings. The weakness of the abdominal wall in certain places, it would be another important factor in the genesis of migration with perforation of the distal or peritoneal catheter, and making the important assumption. The objective this paper is report the extrusion he VPS by iliac crest, has not been reported previously in the literature.

Key-words: Peritoneal shunt, Extrusion of the catheter; Hydrocephalus

Resumo: A derivação ventrículo-peritoneal (VPS) é um dos procedimentos neurocirúrgicos mais executados na neurocirurgia. Desde sua introdução em 1950, a colocação de shunts é o tratamento mais comum de hidrocefalia. Entre as várias cavidades do corpo em que o líquido cerebrospinal foi drenado, o peritônio é a mais utilizada devido a relativa simplicidade do procedimento cirúrgico além de apresentar taxa aceitável de complicações. Complicações de VPS pode ocorrer em qualquer lugar ao longo do seu percurso desde o ventrículo cerebral para a cavidade peritoneal. Complicações raras, tais como a migração do cateter peritoneal para o estômago, vesícula biliar, bexiga urinária, vagina, fígado, intestino, cólon e do diafragma têm sido descritos, incluindo, mas não limitado a, posicionamento incorreto, obstrução, infecção, fratura, migração, hematoma ou formação de fluido loculado, ou alteração em configurações de derivação programável. A fraqueza da parede abdominal, em certos lugares, seria outro fator importante na gênese da migração, com perfuração do cateter distal ou peritoneal, e fazendo a suposição importante. O objetivo deste trabalho é relatar a extrusão ele VPS pela crista ilíaca, relato não encontrado previamente na literatura.

Palavras-chaves: Derivação Ventrículo-peritoneal; Extrusão do cateter; Hidrocefalia

Benedito Jamilson Araújo Pereira; Rua Martiniano de Carvalho, 669- Bela Vista- CEP 01321001 São Paulo-SP
TEL: 11-78063320

Case Report:

Patient eleven years old, underwent VPS, was admitted to the emergency room eight months after the procedure, with poor general condition, without neurological signs, showed inflammatory reaction in the iliac crest(see figure 1) with output of secretion clear that the laboratory test was not observed growth microorganisms with protein 17mg/dl glucose 45mg/dl. The tomography(see figure 2) showed hydrocephalus, and radiography path vps observed migration of the distal portion of vps toward the right iliac crest (see figure 3). After preoperative routine, the patient underwent a new procedure that was performed in two stages: removal and replacement of the previous system and a implatation the new VPS. The evolution was favorable was uneventful. the best of our knowledge not find any report of migration and externalization of the VPS's catheter through the iliac crest.

Discussion:

Shunt valve (VPS) is one of the most executed¹¹ neurosurgical procedures. There are no reliable data on the true incidence of hydrocephalus in Brazil and the world. However, it is estimated at 50,000 annually for shunt surgery in the United States of America ^{3,21}, with a prevalence of 1 to 1.5 per 1000 live births for isolated forms of hydrocephalus, and 0.9 to 1.8 by 1000 live births for congenital forms of hydrocephalus ¹⁹. The first procedure for internal shunt in patients with hydrocephalus in 1896 was ⁸ the peritoneal cavity, including the location of choice was first proposed by Ferguson , who used it through a procedure of lumbar-peritoneal shunt, but it was not until 1905 that it has effectively become the place of choice ⁸.

Benedito Jamilson Araújo Pereira; Rua Martiniano de Carvalho, 669- Bela Vista- CEP 01321001 São Paulo-SP
TEL: 11-78063320

The complications inherent in the procedure are plentiful so far as to do justice to hint McLaurin, the history of the development of ventricular shunts for hydrocephalus is the story of their complications⁸ precaution. It is believed that much of practice in pediatric neurosurgery is related to revisions of the system VPS⁷. As a simple surgical procedure, VPS can result in high morbidity and mortality, which in general means the need for at least two reviews lifelong⁶ where functional or mechanical complications (failure in the system), and infectious complications are part of most publications of the literature⁷. Other complications already reported are: cysts and migration of the catheter, sometimes with perforation of organs, subdural haematoma, volvulus intestinal¹².

The migration of the distal catheter VPS can happen for various places: the gastrointestinal tract, abdominal wall, bladder, mediastinum, vagina, chest, and others^{4,18,23}. The development of inguinal hernia and hydrocele in shunted patients is an uncommon condition, migration and even perforation of the scrotum by the abdominal catheter of VPS is rare¹⁸. Clarnette et al.⁵ in a study of 430 children under five years, found 15% of hernias and hydroceles 6% after the placement of the VPS. Likewise, Grosfeld et al.⁹ found the same incidence: 15%. The same authors, in a study that evaluated the various abdominal complications of VPS, found 24% of complications, more than half of them being inguinal¹⁰ hernia. The patient's age at the time of insertion of the VPS to be related to the higher incidence of inguinal hernias or hydroceles. There are case reports of these complications in patients with ages ranging from days of life to patients with seven years of age.^{5,10,24}. There were no reports of cases in adults. The presence of complications in children can be justified due to the fact that the lower age increased the likelihood that the processus vaginalis (PV) is still patent. The PV patent or its reopening are the anatomical basis for hydroceles and hernias inguina¹¹ Although

the basic anatomical condition for the development of inguinal hernias and hydroceles, the fact that PV is still patent can not be considered alone, the cause of these complications in patients with VP. The weakness of the abdominal wall in certain places, it would be another important factor in the genesis of migration with perforation of the distal or peritoneal catheter, which account for the complication that occurs through the vaginal wall ^{16,17,20,22}, and making the important assumption . This hypothesis may be true for the occurrence of migration of peritoneal catheter or distal perforating the abdominal wall of the site of catheter insertion and migrates to the subcutaneous space thoracic ¹⁴.

Evaluating the incidence of inguinal hernias in infants (without VPS), preterm infants have a higher incidence of inguinal hernia than the term infants (1% to 5% in children termo¹⁴ and 5% to 30% in prematures¹³. This can occur because of the very weakness of the abdominal wall and the fact that premature babies often require more maneuvers positive pressure ventilation, which may increase intra-abdominal pressure and promote the genesis of inguinal hernia. The possible increase in intra-abdominal pressure is Another factor that should be considered in patients with VPS. Grosfel et al.⁹ found 17% of inguinal hernias in patients with VPS and 1.2% in patients with ventricular-atrial and this figure indicate the important role of abdominal cerebrospinal fluid shunt the development of inguinal hernias. CSF have good absorption in the peritoneal cavity, but apparently there may be excessive drainage or any process that would hinder its reabsorption as a chronic irritation of the peritoneum with subclinical peritonitis or adhesions secondary to laparotomies¹.

Conclusion:

Although extrusions catheter vps are well documented in the literature, described several places, the extrusão and catheter through the iliac crest, is not only being found in similar articles related to the subject. This article adds to bring a relatively a complicação comun in a rare presentation.

References:

- 1- Albala DM, Danaher JW, Huntsman WT. Ventriculoperitoneal shunt migration into the scrotum. *Am Surg* 1989;55:685-8.
- 2- Aquino, HB. Complicações Abdominais do Cateter Distal no Tratamento da Hidrocefalia Com Migração, Perfuração e/ou Extrusão: uma Hipótese Inflamatória. Campinas, 2004;116p (Tese de Mestrado- UNICAMP).
- 3- Bondurant, CP; Jimenez, DF. Epidemiology of cerebrospinal fluid shunt. *Pediatr Neurosurg* 1995; 23: 254 – 9.
- 4- Calvário JS, Paglioli EM. Hydrocele following placement of a ventriculoperitoneal shunt. *Arq Neuropsiquiatr* 1990;48:113-5.
- 5- Clarnette TD, Lam SK, Hutson JM. Ventriculo-peritoneal shunts in children reveal the natural history of closure of the processus vaginalis. *J Pediatr Surg* 1998;33:413-6.
- 6- Del Bigio, MR; Fedoroff, S. Short-term response of brain tissue to cerebrospinal fluid shunts in vivo and in vitro. *J Biomed Mat Res* 1992; 26: 979 – 87.
- 7- Del Bigio, MR. Biological reactions to cerebrospinal fluid shunt devices: A review of the cellular pathology. *Neurosurgery* 1998; 42(2): 319 – 25.

- 8- Drake JM , Sainte-Rose C. **The Shunt Book**. Blackwell Science, Inc. Cambridge. 1995
- 9- Grosfeld JL, Cooney DR. Inguinal hernia after ventriculoperitoneal shunt for hydrocephalus. *J Pediatr Surg* 1974;9:311-5.
- 10- Grosfeld JL, Cooney DR, Smith J. Intra-abdominal complications following ventriculo-peritoneal shunt procedures. *Pediatrics* 1974;4:791-6.
- 11- Henriques, JGB; Pinho, AS; Pianetti, G. Complicação de Derivação ventrículo-Peritoneal: Hérnia Inguinal com Migração do cateter para o saco escrotal. *Arq Neuropsiquiatr* 2003;61(2-B):486-9.
- 12- 13- Krieger NR, Shochat SJ, McGowan V, et al. Early hernia repair in the premature infant: long-term follow-up. *J Pediatr Surg* 1994;29:978-81.
- 14- Martínez-Lages, JF; Poza, M; Izura, V. Retrograde migration of the abdominal catéter as a complication of ventriculoperitoneal shunts: the fishhook sign. *Child's Nerv Syst* 1993; 9: 425 – 7.
- 15- McGirt MJ , Wellons III JC , Nimjee SM , Bulsara KR , Fuchs HE, George TM. Comparison of total versus partial revision of initial ventriculoperitoneal shunt failures. *Pediatr Neurosurg* 2003; 38: 34 – 40.
- 16- Mozingo JR , Cauthen JC. Vaginal perforation by a Raimondi peritoneal catheter in an adult. *Surg Neurol* 1974; 2: 195 – 6.
- 17- Nagulic M , Djordjevic M , Samardzic M. Peritoneo-vulvar catheter extrusion after shunt operation. *Child's Nerv Syst* 1996; 12(4): 222 – 3.
- 18- Öktem IS, Akdemir H, Koç K, et al. Migration of abdominal catheter of ventriculoperitoneal shunt into the scrotum. *Acta Neurochir (Wien)* 1998;140:167-70.
- 19- Paes, N. Hidrocefalia, In: PEREIRA, C.U. **Neurocirurgia Pediátrica**. Rio de Janeiro: Revinter, 2000. p. 11 – 17.

- 20- Patel CD Matloub H. Vaginal perforation as a complication of ventriculoperitoneal shunt. *J Neurosurg* 1973; 38: 761 – 2.
- 21- Pattisapu JV. Etiology and clinical course of hydrocephalus, In: Luciano, MG. Hydrocephalus. *Neurosurg Clin N Am*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2001. October 36(4): 651 – 9.
- 22- Pereira CU , Da Silva AD , Gonzaga AKV , Dos Santos J. Extrusão do cateter peritoneal pela vagina: Complicação rara de derivação ventriculoperitoneal. *Arq Bras Neurocir* 1999; 18(1): 49 – 50.
- 23- Pianetti G, Cabral G, Fonseca LF, Costa Val JA. Perfuração vaginal como complicação de derivação ventrículo-peritoneal. *Arq Neuropsiquiatr* 1991;49:362-4.
- 24- Ramani PS. Extrusion of abdominal catheter of ventriculoperitoneal shunt into the scrotum. *J Neurosurg* 1974;40:772-3.

Figure Legends:

Figure 1: Location of the extrusion of the catheter, noted loss of Liquor continues

Figure 2: Radiograph of the pelvic region, showing the catheter in the right iliac fossa

Figure 3: CT scan showing inefficiency of shunt, due to extrusion of the catheter

Benedito Jamilson Araújo Pereira; Rua Martiniano de Carvalho, 669- Bela Vista- CEP 01321001 São Paulo-SP
TEL: 11-78063320



Figure 1: Location of the extrusion of the catheter, noted loss of Liquor continues.



Figure 2: Radiograph of the pelvic region, showing the catheter in the right iliac fossa



Figure 3: CT scan showing inefficiency of shunt, due to extrusion of the catheter