



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
NEUROPSIQUIATRIA
E CIÊNCIAS DO COMPORTAMENTO

ISLANE CRISTINA MARTINS

**Morfologia do círculo arterial cerebral em humanos: hipoplasia do
segmento A1 da artéria cerebral anterior e padrão fetal da artéria cerebral
posterior**

Recife – PE

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
NEUROPSIQUIATRIA
E CIÊNCIAS DO COMPORTAMENTO

ISLANE CRISTINA MARTINS

**Morfologia do círculo arterial cerebral em humanos: hipoplasia do
segmento A1 da artéria cerebral anterior e padrão fetal da artéria cerebral
posterior**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento.

Área de Concentração: Neurociências.

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo Moraes Valença

Co-orientadora:

Profa. Dra. Carolina Peixoto Magalhães

Co-orientadora:

Maria de Fátima Viana Vasco Aragão

Recife – PE
2016

M386m Martins, Islane Cristina.
Morfologia do círculo arterial cerebral em humanos: hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior e padrão fetal da artéria cerebral posterior / Islane Cristina Martins. – 2016.
106 f.: il.; tab.; 30 cm.

Orientador: Marcelo Moraes Valença.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento. Recife, 2016.
Inclui referências.

1. Círculo arterial cerebral. 2. Variação anatômica. 3. Angiografia por ressonância magnética. I.Valença, Marcelo Moraes (Orientador). II. Título.

612.8 CDD (22.ed.) UFPE (CCS2017-022)

ISLANE CRISTINA MARTINS

Morfologia do círculo arterial cerebral em humanos: hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior e padrão fetal da artéria cerebral posterior

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Neurociências.

Aprovada em: 26/08/2016

BANCA EXMINADORA

Prof. Dr. Roberto José Vieira de Mello
Universidade Federal de Pernambuco

Dra. Maria de Fátima Viana Vasco Aragão
Hospital Albert Sabin

Prof. Dr. Marcelo Moraes Valença
Universidade Federal de Pernambuco

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

REITOR

Prof. Anísio Brasileiro de Freitas Dourado

VICE-REITOR

Prof^a. Dr^a. Florisbela Campos

PRÓ-REITOR PARA ASSUNTOS DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Prof. Ernani Rodrigues de Carvalho Neto

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DIRETOR

Prof. Nicodemos Teles Pontes Filho

DEPARTAMENTO DE NEUROPSIQUIATRIA

DIRETOR

Prof. José Francisco Albuquerque

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROPSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO
COMPORTAMENTO**

COORDENADORA

Prof^a. Sandra Lopes de Souza

VICE-COORDENADOR

Prof. Everton Botelho Sougey

CORPO DOCENTE

Prof^a. Ângela Amâncio dos Santos

Prof^a. Belmira Lara da S. A. da Costa

Prof. Everton Botelho Sougey

Prof. Gilson Edmar Gonçalves e Silva

Prof. Hildo Rocha Cirne de Azevedo Filho

Prof. João Ricardo Mendes de Oliveira

Prof. Lúcio Vilar Rabelo Filho Prof. Luiz Ataíde Junior

Prof. Marcelo Moraes Valença

Prof^a. Maria Lúcia de Bustamente Simas

Prof^a. Maria Lúcia Gurgel da Costa Prof. Murilo Duarte da Costa Lima

Prof. Otávio Gomes Lins

Prof. Othon Coelho Bastos Filho

Prof^a. Patrícia Maria Albuquerque de Farias

Prof^a. Pompéia Villachan Lyra

Prof. Raul Manhães de Castro

Prof^a. Sandra Lopes de Souza

Prof^a. Sílvia Regina de Arruda Moraes

Dedico este trabalho à minha família por todo apoio e compreensão em todas as
dificuldades ao longo da vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador por todo apoio, por acreditar, por me fazer acreditar. Por cada crítica ao longo desses dois anos. Não foram poucas! Mas me fizeram chegar aqui. Por ser esse ser humano INCRÍVEL. ACIMA DE TUDO, POR ME INSPIRAR COM SUA VIDA.

Aos professores: Ao Prof. Dr. Roberto de Melo por todo empenho nos cortes de cérebro do Serviço de Verificação de Óbito, à Dra. Fátima Aragão pela concessão dos dados analisados que foram essenciais para realização desse trabalho com a sua ajuda foi possível obter os prêmios pela Sociedade Brasileira de Anatomia, à Prof. Dra. Sandra por todos os conselhos, à Prof. Dra. Carolina Peixoto pelas contribuições anatômicas, pela paciência e disposição em ajudar.

A todos os servidores que foram além do que podiam para me ajudar. Solange, Fátima e Taís.

Mas, como está escrito: As coisas que o olho não viu, e o ouvido não ouviu, e não subiram ao coração do homem, são as que Deus preparou para os que o amam.

[1 Coríntios 2:9](#)

RESUMO

O círculo arterial cerebral é um polígono anastomótico na base do encéfalo que comunica o sistema carotídeo com o sistema vértebro-basilar e as carótidas entre si. Há muitas variações morfológicas nesse polígono e possíveis diferenças entre os sexos, particularmente no segmento A1 da artéria cerebral anterior e na origem da artéria cerebral posterior (ACP). O objetivo do presente estudo foi analisar comparativamente a frequência de hipoplasia do segmento A1 e do padrão fetal da artéria cerebral posterior no homem e na mulher. Foram analisadas retrospectivamente 848 angiografias por ressonância magnética arterial, em 426 homens e 422 mulheres, respectivamente, que se submeteram ao exame no Centro de Diagnóstico Multimagem. Os exames foram escolhidos aleatoriamente entre 1.000 angiorressonância realizadas entre 2010 e 2016, independente do motivo da solicitação médica. Hipoplasia do segmento A1 foi definido por análise qualitativa, quando havia uma nítida assimetria entre os dois segmentos A1 direito e esquerdo bem como o padrão fetal da artéria cerebral posterior. Para análise de hipoplasia foram medidos os diâmetros dos segmentos A1. Para análise do padrão fetal (diâmetro da ACP na origem da artéria carótida > diâmetro do segmento P1) foram analisadas 1.296 artérias carótidas em 648 indivíduos. Na análise estatística utilizou-se o teste exato de Fisher. Os homens 152/326 (46,6%) apresentaram hipoplasia de A1 em comparação com 108/322 (33,5%) das mulheres ($p < 0,01$, OR=1,7; IC95% 1,3-2,4). A hipoplasia de A1 nos homens foi mais frequente a direita (20% vs. 15%, $p < 0,01$). O padrão fetal foi mais comum nas mulheres 151/644 (23,4%) do que em homens, 100/652 (15,3%) ($p < 0,001$, OR=1,7; IC95% 1,3-2,2). As mulheres também apresentam mais padrão fetal bilateral do que os homens (8,0% vs. 3,4%; $p < 0,01$; OR=0,4; IC 0,2-0,8). A hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior é mais frequente nos homens e nas mulheres há uma maior frequência do padrão fetal da artéria cerebral posterior.

Palavras-chave: Círculo arterial cerebral. Variação anatômica. Angiografia por ressonância magnética.

ABSTRACT

The Circle of Willis is an anastomotic polygon encephalon base that communicates the carotid system with vertebrobasilar system and carotid each other. There are lots of morphological variations that polygon and possible differences between genders particularly in the A1 segment of the anterior cerebral artery and the origin of the posterior cerebral artery (PCA) which are risk factors for anatomical brain aneurysms. The purpose of this study was to comparatively analyze the frequency of hypoplasia of the segment A1 and fetal type of cerebral posterior artery in man and woman. It was retrospectively reviewed 648 magnetic resonance angiographies in 326 men and 322 women, respectively. The tests were randomly chosen among about a thousand magnetic resonance angiographic performed between 2010 and 2016 in Multimagem Diagnostic Center, regardless of the medical reason request. Hypoplasia of the A1 segment was defined by qualitative analysis, when there was a clear asymmetry between the two segments A1, right and left. For hypoplasia analysis were also measured diameters of segments A1. For hypoplasia analysis were also measured diameters of segments A1. For analysis of the fetal type (diameter of the ACP origin of the carotid artery > diameter of the P1 segment of the ACP) were analyzed 1,296 carotid arteries (right and left) in 648 individuals. Statistical analysis was performed using Fisher's exact test. In men 152/326 (46.6%) showed hypoplasia A1 compared to 108/322 (33.5%) of women ($p < 0.01$, OR = 1.7; 95% CI, 1.3-2, 4). Hypoplasia A1 was more common in men right (20% vs. 15%, $p < 0.01$). Fetal type was more common in women 151/644 (23.4%) than in men (100/652; 15.3%) ($p < 0.001$, OR = 1.7; 95% CI, 1.3-2, two). Women also have more bilateral fetal rate than men (8.0% vs. 3.4%; $p < 0.01$). In conclusion, hypoplasia of the A1 segment of the anterior cerebral artery is more common in men and in women there is a greater frequency of fetal type of the posterior cerebral artery.

Keywords: Circle of Willis. Anatomic variation. Magnetic resonance angiography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Fotografia do círculo arterial cerebral de um homem com 44 anos no SVO;

Figura 2-Desenho ilustrando o círculo arterial cerebral;

Figura 3- Fotografias do círculo arterial cerebral - Angiorressonância

Figura 4A- Fotografia da medida das artérias cerebrais posteriores direita e esquerda do círculo arterial cerebral;

Figura 4B- Fotografia da medida das artérias comunicantes posteriores direita e esquerda do círculo arterial cerebral;

Figura 4C- Fotografia da medida dos segmentos carotídeos direito e esquerdo das artérias carótidas internas;

Figura 4D- Fotografia da medida das artérias cerebrais anteriores direita e esquerda e artéria comunicante anterior do círculo arterial cerebral;

Figura 4E- Fotografia da medida do diâmetro das artérias cerebrais anteriores direita e esquerda do círculo arterial cerebral;

Figura 5- Fotografias do círculo arterial cerebral – rotina de dissecação

Figura 6-Thomas Willis;

Figura 7-Base do cérebro desenhada por Christopher Wren's;

Figura 8-Livro *Cerebri Anatome*;

Figura 9-Variações morfológicas nos círculos arteriais cerebrais dissecados

Figura 10-Círculo arterial cerebral com clipagens aneurismáticas;

Figura 11-Variações morfológicas nos círculos arteriais cerebrais nas angiografias por ressonância magnética;

Figura 12-Variações morfológicas da artéria basilar em comparação com a idade;

Figura 13- Círculo arterial cerebral evidenciando o segmento anterior

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Presença de hipoplasia no segmento A1 da artéria cerebral anterior encontrada nos encéfalos do Serviço de Verificação de Óbito;

Tabela 2-Classificação da persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior dos encéfalos do Serviço de Verificação de Óbito;

Tabela 3-Comparação das medidas do diâmetro, em milímetros, dos segmentos A1 em comparação com a análise macroscópica qualitativa dos círculos arteriais cerebrais dissecados nos indivíduos do sexo;

Tabela 4-Comparação das medidas do diâmetro, em milímetros, dos segmentos A1 em comparação com a análise macroscópica qualitativa dos círculos arteriais cerebrais dissecados nos indivíduos do sexo feminino;

Tabela 5-Variações morfológicas do círculo arterial cerebral em angiografia por ressonância magnética- Hipoplasia de A1 da artéria cerebral anterior e Padrão fetal da artéria cerebral posterior;

Tabela 6-Variações morfológicas do círculo arterial cerebral em angiografia por ressonância magnética;

Tabela 7-Gradação da hipoplasia do segmento A1 em comparação entre os sexos através de exames de ressonância magnética;

Tabela 8-Medidas de todos os segmentos arteriais do círculo arterial cerebral nos pacientes do sexo feminino com angiografia por ressonância magnética, em milímetros;

Tabela 9-Medidas de todos os segmentos arteriais do círculo arterial cerebral nos pacientes do sexo masculino com angiografia por ressonância magnética, em milímetros;

Tabela 10-Medidas de todos os diâmetros do segmento A1 do círculo arterial cerebral nos pacientes do sexo feminino e masculino com angiografia por ressonância magnética, em milímetros;

Tabela 11-Comparação das medidas do diâmetro, em milímetros, dos segmentos A1 em comparação com a análise macroscópica qualitativa dos círculos arteriais cerebrais dissecados nos indivíduos do sexo feminino;

Tabela 12-Comparação das medidas dos comprimentos, em milímetros, de todos os segmentos do círculo arterial cerebral entre homens e mulheres;

Tabela 13-Variações morfológicas distribuídas pela classificação etária;

Tabela 14-Frequência de padrão fetal da artéria cerebral posterior, em angiografia por ressonância magnética encontradas na literatura;

Tabela 15-Frequência de padrão fetal da artéria cerebral posterior, por dissecação, encontradas na literatura;

Tabela 16-Frequência da hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior, em angiografia por ressonância magnética encontradas na literatura;

Tabela 17-Frequência da hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior por dissecação, encontradas na literatura;

Tabela 18. Frequência da hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior e padrão fetal da artéria cerebral posterior por angiografia e dissecação, encontradas na literatura.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1. **ARM**-Angiografia por ressonância magnética;
2. **CAC**-Círculo arterial cerebral;
3. **ACI**-Artéria carótida interna;
4. **AV**-Artéria vertebral;
5. **AB**- Artéria basilar;
6. **ACP P1**-Artéria cerebral posterior – segmento inicial;
7. **AcomP**-Artéria comunicante posterior;
8. **A1**-Artéria cerebral anterior – segmento inicial;
9. **OR**- Odds Ratio;
10. **IC** – Intervalo de confiança.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-Presença de Hipoplasia de A1 em Homens e Mulheres em angiografias por ressonância magnética;

Gráfico 2-Persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior em Homens e Mulheres em angiografias por ressonância magnética;

Gráfico 3-Círculos arteriais cerebrais sem alterações morfológicas em comparação homens vs. mulheres;

Gráfico 4-Círculos arteriais cerebrais com hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior à direita em comparação homens vs. mulheres;

Gráfico 5-Círculos arteriais cerebrais com hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior à esquerda em comparação homens vs. mulheres;

Gráfico 6-Círculos arteriais cerebrais com persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior à direita em comparação homens vs. mulheres;

Gráfico 7-Círculos arteriais cerebrais com persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior à esquerda em comparação homens vs. mulheres;

Gráfico 8-Círculos arteriais cerebrais com persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior bilateral em comparação homens vs. mulheres;

Gráfico 9-Comparação do comprimento da artéria cerebral posterior, segmento inicial (P1), direito do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 10-Comparação do comprimento da artéria cerebral posterior, segmento inicial (P1), direito do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 11-Comparação do comprimento da artéria cerebral posterior, segmento inicial (P1), direito do círculo arterial cerebral vs. a idade em todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102);

Gráfico 12-Comparação do comprimento da artéria cerebral posterior, segmento inicial (P1), esquerdo do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo

masculino, analisados através dos exame de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 13-Comparação do comprimento da artéria cerebral posterior, segmento inicial (P1), esquerdo do círculo arterial cerebral esquerdo vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 14-Comparação do comprimento da artéria cerebral posterior, segmento inicial (P1), esquerdo do círculo arterial cerebral vs. a idade em todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102);

Gráfico 15-Comparação do comprimento da artéria comunicante posterior direita do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 16-Comparação do comprimento da artéria comunicante posterior direita do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 17-Comparação do comprimento da artéria comunicante posterior direita do círculo arterial cerebral vs. a idade em todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102);

Gráfico 18-Comparação do comprimento da artéria comunicante posterior esquerda do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 19-Comparação do comprimento da artéria comunicante posterior esquerda do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 20-Comparação do comprimento da artéria comunicante posterior direita do círculo arterial cerebral vs. a idade em todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102);

Gráfico 21-Comparação do comprimento do segmento carotídeo direito do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 22-Comparação do comprimento do segmento carotídeo direito do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 23-Comparação do comprimento do segmento carotídeo direito do círculo arterial cerebral vs. a idade de todos os indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102);

Gráfico 24-Comparação do comprimento do segmento carotídeo esquerdo do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 25-Comparação do comprimento do segmento carotídeo direito do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 26-Comparação do comprimento do segmento carotídeo direito do círculo arterial cerebral vs. a idade de todos os indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102);

Gráfico 27-Comparação do comprimento do segmento A1 direito da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 28-Comparação do comprimento do segmento A1 direito da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 29-Comparação do comprimento do segmento A1 direito da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade de todos dos indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102);

Gráfico 30-Comparação do comprimento do segmento A1 esquerdo da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 31-Comparação do comprimento do segmento A1 esquerdo da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo

feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 32-Comparação do comprimento do segmento A1 esquerdo da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade de todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102);

Gráfico 33-Comparação do comprimento da artéria comunicante anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 34-Comparação do comprimento da artéria comunicante anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102);

Gráfico 35-Comparação do diâmetro da artéria cerebral anterior, segmento A1 direito, do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 36-Comparação do diâmetro da artéria cerebral anterior, segmento A1 direito, do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 37-Comparação do diâmetro da artéria cerebral anterior, segmento A1 direito, do círculo arterial cerebral vs. a idade de todos os indivíduos do sexo, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102);

Gráfico 38-Comparação do diâmetro da artéria cerebral anterior, segmento A1 esquerdo, do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 39-Comparação do diâmetro da artéria cerebral anterior, segmento A1 esquerdo, do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51);

Gráfico 40-Comparação do diâmetro da artéria cerebral anterior, segmento A1 direito, do círculo arterial cerebral vs. a idade de todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102);

Gráfico 41-Comprimento da a. Basilar, em milímetros vs. Idade de todos os indivíduos;

Gráfico 42-Comprimento da a. Basilar, em milímetros vs. Idade dos indivíduos divididos por categorias.

Sumário

1. Referencial Teórico	21
1.1. INTRODUÇÃO	21
1.2. REVISÃO DE LITERATURA.....	24
1.2.1. O legado de Thomas Willis	24
1.2.2. Anatomia Geral	29
1.2.3. Anatomia Funcional	30
1.2.4. Variações morfológicas.....	32
1.2.5. Diferenças com relação ao sexo nas variações Morfológicas do círculo arterial cerebral 34	
1.3. HIPÓTESE.....	37
2. OBJETIVOS.....	38
2.1. Objetivo Geral	38
2.2. Objetivos específicos	38
3. MATERIAIS E MÉTODOS	39
3.1. CENTRO DE DIAGNÓSTICOS MULTIMAGEM	39
3.1.1. MATERIAIS	39
3.1.2. MÉTODOS.....	39
3.2. SERVIÇO DE VERIFICAÇÃO DE ÓBITO.....	46
3.2.1. MATERIAIS	46
3.2.2. MÉTODOS.....	47
3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA	49
3.4. ASPECTOS ÉTICOS	49
4. RESULTADOS.....	50
4.1. CÍRCULO ARTERIAL CEREBRAL ANALISADO ATRAVÉS DA TÉCNICA DE DISSECAÇÃO	50
4.2. CÍRCULO ARTERIAL CEREBRAL ANALISADO ATRAVÉS DE IMAGENS DE ANGIOGRAFIA POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA.....	51

5. DISCUSSÃO.....	95
5.1. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	95
5.2. A ETIOLOGIA DAS VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS.....	96
5.3. A RELAÇÃO ENTRE AS VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS E O SEXO	98
6. CONCLUSÃO	101
REFERÊNCIAS	102

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. INTRODUÇÃO

Thomas Willis (1621-1675) fez diversos estudos anátomo-funcionais do sistema nervoso obtendo grandes avanços nessa área. Este pesquisador descreveu a importância fisiológica de um grupo de vasos arteriais, um polígono anastomótico, localizado na região inferior do encéfalo, denominado círculo arterial cerebral (Arraez-Aybar *et al.*, 2015).

O círculo arterial cerebral é formado por nove artérias: duas artérias cerebrais posteriores, duas artérias comunicantes posteriores, dois segmentos carotídeos, duas artérias cerebrais anteriores e uma artéria comunicante anterior, originados a partir de dois sistemas: o carotídeo e o vértebro-basilar (Rhoton, 2002).

O sistema carotídeo é formado pelas artérias carótidas internas, direita e esquerda. O sistema vértebro-basilar é formado por duas artérias vertebrais que se unem para dar origem à artéria basilar. A artéria basilar está localizada anteriormente ao tronco cerebral, na cisterna basilar e se bifurca a fim de originar as artérias cerebrais posteriores direita e esquerda, respectivamente. As artérias comunicantes posteriores une o sistema carotídeo ao sistema vértebro-basilar (Rhoton, 2002).

As artérias carótidas internas originam as artérias cerebrais médias, direita e esquerda, as artérias cerebrais anteriores, direita e esquerda e a dois segmentos carotídeos, direito e esquerdo (Rhoton, 2002). Estes segmentos carotídeos se estendem desde a bifurcação da artéria carótida interna nas artérias cerebrais médias e cerebrais anteriores até o início da artéria comunicante posterior (Rhoton, 2002; Alnaes *et al.*, 2007).

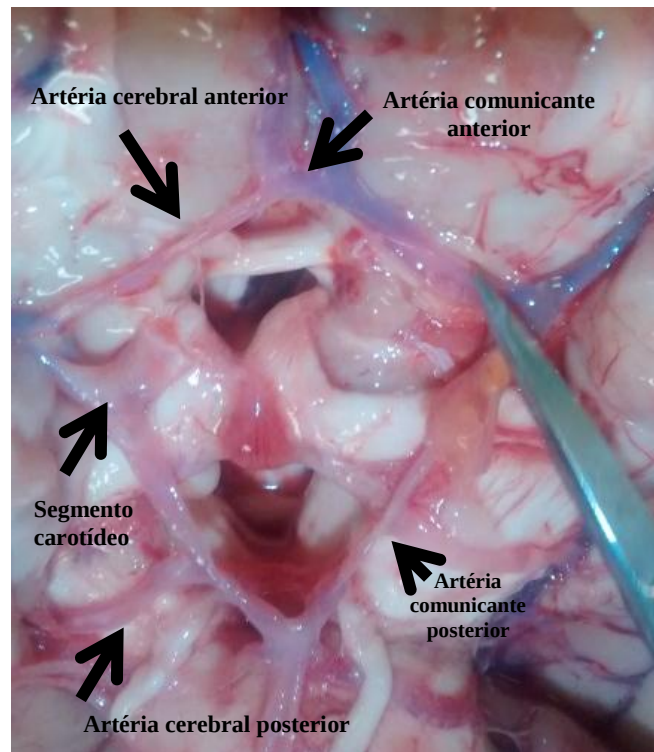


Figura 1. Círculo arterial cerebral de um homem com 44 anos no SVO

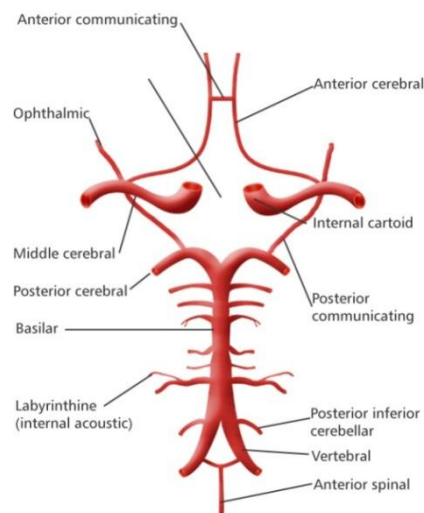


Figura 2. Desenho ilustrando o círculo arterial cerebral
https://d589j1w8ayj7e.cloudfront.net/attachments/media_files/previews/21390.jpg

A hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior, i.e. diminuição no calibre de um segmento A1 em relação ao contralateral, é uma variação encontrada relativamente frequente no círculo arterial cerebral. Já o padrão fetal da artéria comunicante posterior ocorre quando seu diâmetro é maior em relação ao diâmetro do segmento P1 da artéria cerebral posterior, pois seu fluxo sanguíneo provém predominantemente da artéria carótida interna (Chuang *et al.*, 2008).

Alguns trabalhos (Alnaes *et al.*, 2007; Abd Allah *et al.*, 2012; Silva Neto *et al.*, 2012) analisaram variações na morfologia do círculo arterial cerebral e concluíram que em praticamente metade dos indivíduos estudados há uma assimetria significativa, com padrões diversos de variações anatômicas. No entanto, ainda hoje não sabemos claramente quais as variantes mais frequentemente encontradas na população adulta.

Algumas dessas variações anatômicas foram associadas à presença de aneurisma sacular intracraniano. Por exemplo, hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior é fator de risco de aneurismas localizados na artéria comunicante anterior. Por sua vez, o padrão fetal da artéria cerebral posterior está associado com a formação de aneurismas saculares na origem desta artéria na artéria carótida interna (Horikoshi *et al.*, 2002; Silva Neto *et al.*, 2012).

Desta forma, variações observadas no segmento A1 e o padrão fetal ainda precisam ser estudados de forma mais aprofundada, avaliando, sobretudo, a ocorrência em homens e mulheres separadamente, para identificar as variações mais comuns em cada sexo. Aneurismas cerebrais são mais frequentes em mulheres e um dos motivos postulados seriam fatores de risco anatômicos mais ou menos prevalentes no sexo feminino, como os citados.

1.2. REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1. O LEGADO DE THOMAS WILLIS

Nascido em 27 de Janeiro de 1621, na Great Bedwyn em Wiltshire, Inglaterra (Williams e Sunderland, 2001; Molnar, 2004). Thomas Willis se formou em Oxford na Faculdade da Igreja Cristã em 1639. Seus estudos foram interrompidos pela guerra civil inglesa, momento no qual viu seu pai falecer (Ustun, 2005; Caron, 2015).

Em seguida, ingressou na Academia de Medicina e obteve seu título médico em 1646 (Ustun, 2005; Caron, 2015). Em 1660, foi nomeado pela cátedra Sedleiam com grande prestígio em Filosofia Natural na Universidade de Oxford, aos 39 anos (Caron, 2015).

Willis vem a óbito no dia 11 de novembro de 1675, aos 54 anos, em Londres, devido a uma pleurite, sendo enterrado no Mosteiro de Westminster (Ustun, 2005).



Figura 6. Thomas Willis

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Thomas_Willis#/media/File:Thomas_Willis.jpg

Mas o que ocorre nesse intervalo de 1621 a 1675 mudará a história da neuroanatomia, em especial, a neuroanatomia clínica. Um exemplo disso é que Thomas Willis descreve que o cérebro é formado por dois hemisférios os quais são interligados, distinguindo substância cinzenta, o córtex, da substância branca (Ustun, 2005; Esler, 2014).

Entretanto, devido às suas crenças, afirmou ele, ser a substância cinzenta o espírito dos animais e a substância branca, a substância condutora desses espíritos para todo o corpo, determinando assim as ações e reações daquele indivíduo (Ustun, 2005; Esler, 2014).

No âmbito da neuroanatomia vascular, Willis tem um grande destaque, pois observou o entrelaçar de artérias e veias e, descreveu minuciosamente, que existia uma rede arterial na base do cérebro que era responsável por fazer a irrigação cerebral (Rhoton, 2002).

Essa trama conta com duas artérias carótidas internas, duas artérias cerebrais anteriores, uma artéria comunicante anterior, duas artérias comunicantes posteriores e duas artérias cerebrais posteriores e conclui com maestria que um indivíduo pode sobreviver mesmo com um ramo arterial obstruído devido à compensação da irrigação pelos ramos arteriais contralaterais (Rhoton, 2002; Caron, 2015).

Thomas Willis contava com uma equipe formada por: Richard Lower um anatomista, fisiologista e clínico, dois físicos Robert Hook e Robert Boyle e um arquiteto Sir. Christopher Wren que fazia a representação da anatomia cerebral que Willis observava durante sua rotina de dissecação (Rhoton, 2002).

Thomas Willis observava o círculo arterial cerebral de seres humanos e de outros animais e nestes realizava a injeção de corante a fim de observar essa rede anastomótica (Ustun, 2005; Esler, 2014; Arraez-Aybar *et al.*, 2015).

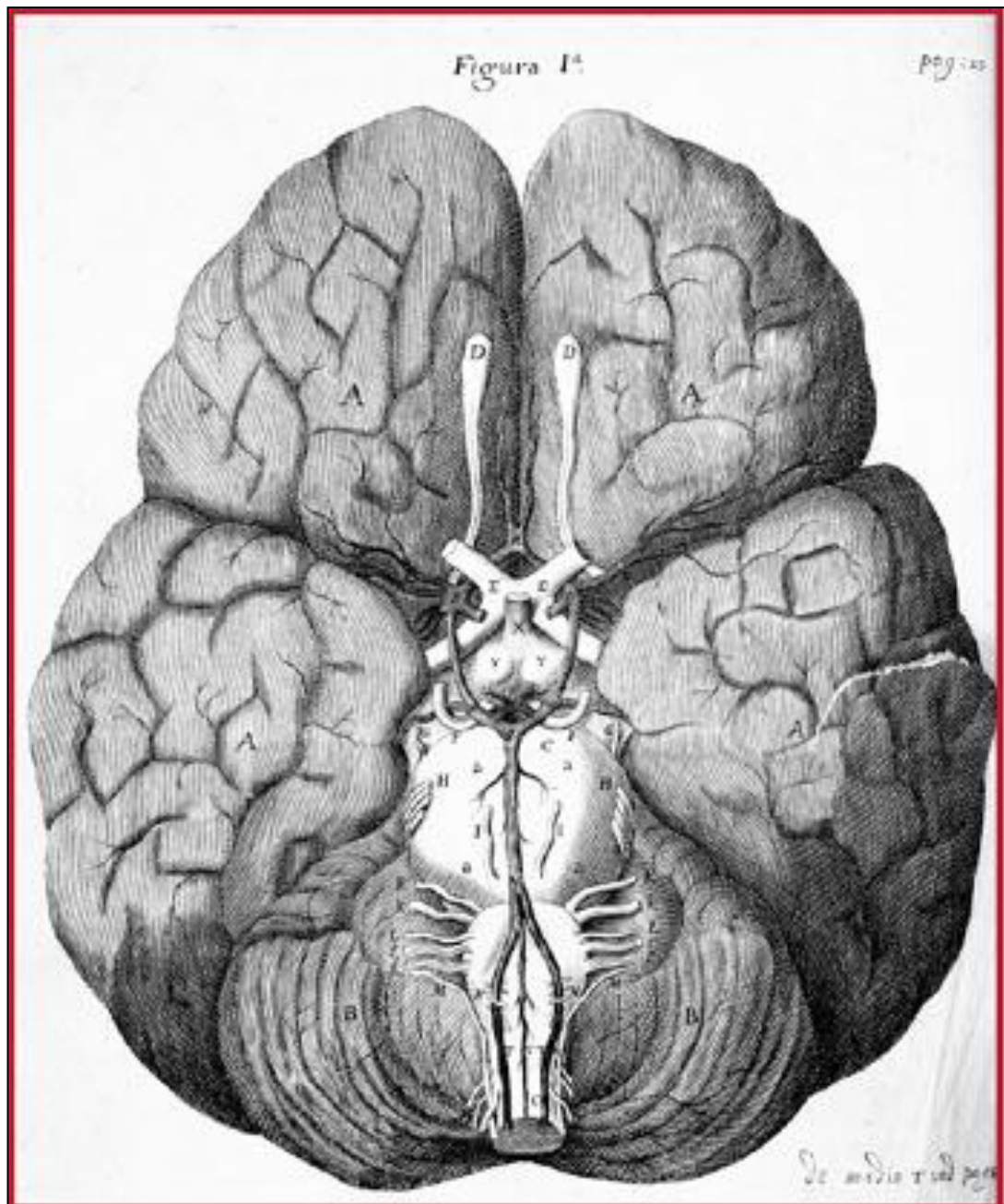


Figura 7. Base do cérebro desenhada por Christopher Wren's.

Sir Christopher Wren's famous depiction of the base of human brain as published in *Cerebri Anatome*. Reproduced with permission of Christ Church Library, Oxford, England.

Willis orientou a maioria das necropsias de Lower em cadáveres nos quartos dos fundos das casas. Um fato curioso e não menos importante: suas dissecações eram totalmente diferentes dos padrões de sua época-o cérebro foi analisado a partir da porção inferior e removido do crânio antes de iniciar o corte da base superior, em contraste dos métodos de dissecação tradicional *in situ* (Ustun, 2005; Esler, 2014; Arraez-Aybar *et al.*, 2015).

Mas não foi Willis que descreveu, pela primeira vez, a existência dessa circulação arterial na base do cérebro e ele mesmo destacou tal fato. Quatro pessoas fizeram a descrição anatômica antes de Willis: Fallopius (1523-1562), Casserio (1552-1616), Vesling (1598-1649) e Webfer (1620-1695) (Ustun, 2005; Esler, 2014; Arraez-Aybar *et al.*, 2015).

O primeiro foi Gabriele Falloppio, em 1561, ele destacou a presença de duas artérias vertebrais, a união dessas artérias vertebrais na artéria basilar e bifurcação dessa união em duas artérias cerebrais posteriores e que essas artérias cerebrais posteriores se ligariam à parte anterior do círculo arterial cerebral pelas chamadas artérias comunicantes posteriores, contudo, ele afirmava que as artérias comunicantes posteriores estariam indiretamente ligadas às artérias carótidas (Ustun, 2005; Esler, 2014; Arraez-Aybar *et al.*, 2015).

O segundo foi Giulio Casserio que representou o círculo arterial em 1627, mostrando apenas um lado da artéria comunicante posterior. Em seguida, Vesling (1598-1649) e Webfer (1620-1695) nos deram uma visão mais completa da anatomia arterial na base do cérebro (Ustun, 2005; Esler, 2014; Arraez-Aybar *et al.*, 2015).

Apesar da anatomia do círculo arterial cerebral ter sido descrita antes da publicação de Thomas Willis, o papel fisiológico desta rede anastomótica na base do cérebro só foi identificada por Willis. Por este motivo o círculo arterial cerebral é amplamente conhecido como polígono arterial de Willis (Ustun, 2005; Caron, 2015).

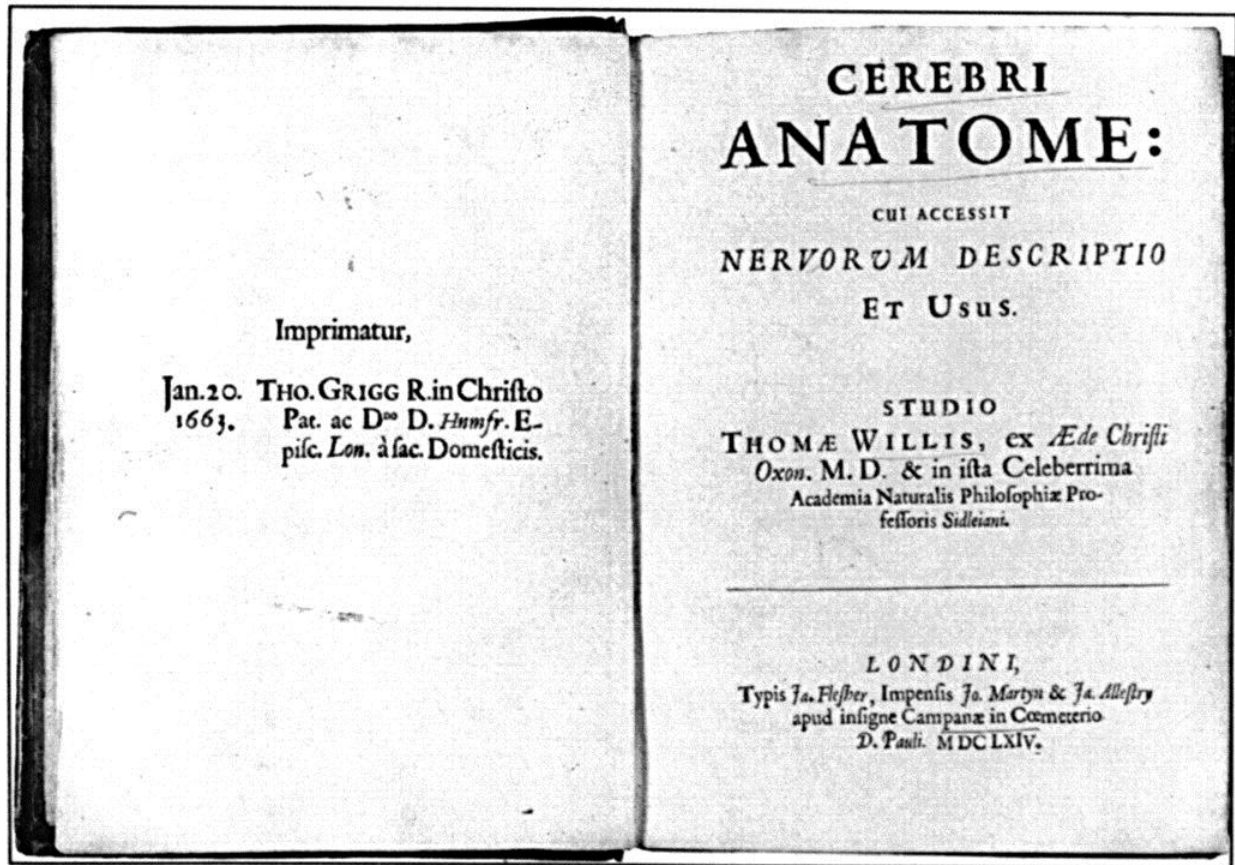


Figura 8. Livro Cerebri Anatome

Fonte: <http://jrs.sagepub.com/content/96/3/139/F4.large.jpg>

As obras publicadas de Thomas Willis foram *Diatribae Duae Medico-Philosophicae* (1659) e *Cerebri Anatome* (1664) que versaram sobre a classificação dos nervos cranianos e a descrição do círculo arterial cerebral como é conhecido até os dias atuais, *Pathologiae Cerebri* (1667), *Affectionum Quae Dicuntur Hystericæ et Hypochondriacæ* (1670), *De Anima Brutorum* (1672), e *Pharmaceutice rationalis* (1674-1675) que relata uma descrição precisa da tuberculose pulmonar e a caracterização do *diabetes mellitus* em uma versão da língua inglesa mais acessível (Ustun, 2005; Esler, 2014; Arraez-Aybar *et al.*, 2015).

Hughes e Russell Brain se referiram a Thomas Willis com o “Harvey do sistema Nervoso”, e Heinrich Boruttau que chamou Willis “o primeiro inventor do sistema nervoso”. Willis fez a descrição moderna da neuroanatomia do sistema nervoso, a vascularização arterial cerebral, os nervos cranianos, incluindo o nervo acessório (nervo de Willis), do sistema nervoso autônomo e da medula espinal (Arraez-Aybar *et al.*, 2015).

Willis tinha uma insistência para inovar a neuroanatomia, pois acreditava ser necessário conhecer, em primeiro lugar estrutura e função cerebral, para então discorrer sobre suas declarações filosóficas cerebrais (Caron, 2015).

1.2.2. ANATOMIA GERAL

O encéfalo possui um sofisticado mecanismo de autorregulação que o protege contra a instalação de isquemias. O círculo arterial cerebral é um sistema de anastomoses entre várias artérias cerebrais, unindo o sistema carotídeo interno ao sistema vértebro-basilar (Rhoton, 2002; Kalani *et al.*, 2013).

A artéria carótida interna tem origem na bifurcação da carótida comum. Essa artéria passa pelo pescoço e entra na base do crânio através do canal carotídeo do osso temporal seguindo horizontalmente para a extremidade medial do sulco cerebral lateral onde se divide em círculo arterial cerebral e artéria cerebral média (Elias *et al.*, 2013).

Os ramos carotídeos da parte cerebral se dividem em artérias: oftálmica, coroidal, artéria cerebral anterior, artéria comunicante anterior e artéria cerebral média (Baggott e Aagaard-Kienitz, 2014).

O círculo arterial cerebral se localiza na cisterna interpeduncular na base do crânio, seu trajeto ocorre ao redor do túber cinéreo e do quiasma óptico, é formado pelas artérias cerebrais posteriores, artérias comunicantes posteriores, segmentos carotídeos, artérias cerebrais anteriores e artéria comunicante anterior (Rhoton, 2002).

A artéria carótida interna tem origem na bifurcação da carótida comum. Essa artéria passa pelo pescoço e entra na base do crânio através do canal carotídeo do osso temporal seguindo horizontalmente para a extremidade medial do sulco cerebral lateral onde se divide em artéria cerebral anterior e artéria cerebral média. Os ramos carotídeos da parte cerebral se dividem em artérias: oftálmica, coroidal anterior, cerebral anterior, comunicante posterior e cerebral média (Rhoton, 2002).

A artéria comunicante posterior se origina próximo à bifurcação terminal da artéria carótida interna e segue posteriormente, num plano superior ao nervo oculomotor, terminando na artéria cerebral posterior. A artéria comunicante anterior une as artérias cerebrais anteriores que começam na porção terminal da artéria carótida interna e depois de unidas curvam-se sobre o corpo caloso e se anastomosam com as artérias cerebrais posteriores e medias (Chimowitz *et al.*, 2011).

Os ramos centrais perfurantes se originam na porção proximal das artérias cerebrais e das comunicantes e penetram na base do cérebro, enquanto os ramos centrais póstero-mediais têm início na artéria cerebral posterior e na artéria comunicante posterior (O'brien *et al.*, 2010).

O estudo do círculo arterial cerebral de outros animais também pode ser útil para auxiliar o entendimento da evolução desta estrutura. No encéfalo das girafas, por exemplo, há um círculo arterial em formato triangular formado pelas artérias cerebrais rostrais bilaterais, na porção anterolateral do cérebro, artérias comunicantes caudais, na porção posterolateral e a artéria basilar (Kieltyka-Kurc *et al.*, 2015).

As artérias cerebrais rostrais bilaterais são anastomosadas pela artéria comunicante rostral, localizada anteriormente à decussação dos nervos ópticos e contribuindo para a porção anterior do círculo arterial cerebral (Kieltyka-Kurc *et al.*, 2015).

Diferente do que acontece com os humanos, a artéria basilar das girafas é delgada e não apresenta participação ativa da irrigação sanguínea encefálica. Além disso, o sangue que irriga o polígono arterial nas girafas provém da artéria maxilar, através da rede rostral epidural “mirabile”, um conjunto de artérias densas que anastomosam a artéria maxilar à carótida interna, enviando sangue da primeira para a última (Kieltyka-Kurc *et al.*, 2015).

1.2.3. ANATOMIA FUNCIONAL

A anastomose, no caso do círculo arterial cerebral simétrico é apenas potencial, visto que, em condições normais, o fluxo sanguíneo de um sistema para o outro é irrelevante e não

há troca sanguínea entre os hemisférios do círculo arterial cerebral, a menos que haja obstruções vasculares e seja necessária uma irrigação colateral (Rhoton, 2002).

O círculo arterial cerebral de um embrião humano de 52 dias já apresenta o sistema arterial completamente formado com todas as características morfológicas (Milenković, 1985).

No decorrer do desenvolvimento do indivíduo, o encéfalo e as artérias cerebrais crescem em harmonia devido à sua constante interação (SAIKIA et al., 2014). O padrão arterial definitivo se forma a partir de muitas alterações na vida intrauterina e a partir dessas mudanças, podem ocorrer diversas variações como a duplicação e triplicação, atenuação ou mesmo ausência de um ou mais vasos (Kapoor et al., 2008).

De acordo com os dados da literatura, existem algumas variações do círculo arterial em, pelo menos, 50% das pessoas (Papantchev et al., 2013) sem necessariamente produzir uma anomalia morfológica imediatamente detectável (Saikia, 2014).

Isso se deve ao fato de que a redução do fluxo sanguíneo em determinada via do círculo arterial cerebral requer um aumento compensatório no fluxo através de outros caminhos para manter a perfusão suficiente do território vascular afetado (Saikia, 2014; Caron, 2015).

As grandes artérias que irrigam o cérebro são filogeneticamente mais recentes e ainda estão em um processo contínuo de evolução de acordo com seu território em desenvolvimento (Saikia, 2014; Stojanovic et al., 2015).

Essas formas variantes podem ser correlacionadas com a sua filogenia e embriologia (Saikia, 2014). Esta persistência no padrão fetal coincide com o que ocorre em répteis e mamíferos inferiores (Kapoor et al., 2008).

Algumas outras anomalias, incluindo a presença do círculo arterial cerebral mediana e duplicação do segmento distal do artéria cerebral posterior é semelhante à configuração encontrada em mamíferos inferiores tais como o macaco, cão, coelho, cabra e de ovinos e são exemplos de retrocesso evolutivo (Kapoor et al., 2008).

Se essas alterações não estimular o reparo ou a apoptose, a alteração anatômica pode ser transmitida a próxima geração de células (Saikia, 2014). Essas variações podem ser uma adaptação natural ao seu suprimento arterial defeituoso (Saikia, 2014).

Todos os segmentos do círculo arterial cerebral, com suas variações morfológicas e anomalias, que desempenham um papel na vida pós-natal, têm histórico pré-natal. Os fatores genéticos são muito importantes, embora fatores bioquímicos ou físicos aleatórios também pudessem ser responsáveis por essas variantes anatômicas (Milenković, 1985).

Nesse contexto, os efeitos de uma determinada injúria vascular variam de acordo com o arranjo congênito pré-existente (Saikia, 2014). A fusão dos vasos pode ser resultante de um evento que pode gerar uma interrupção parcial ou transitória da fase de maturação durante a vasculogênese (Eftekhar *et al.*, 2006).

No círculo arterial cerebral, a circulação colateral torna-se importante em doenças vasculares oclusivas do cérebro, pois a obstrução de um ramo é suprida por seu ramo contralateral. As variações anatômicas podem interferir nesse suprimento acessório (Kapoor *et al.*, 2008).

A percentagem de anomalias é significativamente maior em pacientes que sofrem de perturbações mentais ou em cérebros obtidos de autópsias. Estes fatos mostram o papel significativo desempenhado pela configuração anormal do círculo arterial cerebral na manifestação de sintomas clínicos (Kapoor *et al.*, 2008).

As variações morfológicas são bastante frequentes no círculo arterial cerebral em seres humanos (SAIKIA *et al.*, 2014), é possível sugerir que as configurações assimétricas deste círculo não representam, necessariamente, uma forma patológica de configurações de vasos sanguíneos na base do cérebro, mas um reflexo da sua adaptação, visto que existem pessoas que apresentam as alterações anatômicas no círculo arterial cerebral, mas não apresentam nenhuma patologia associada (Stojanovic *et al.*, 2015).

As variações anatômicas que estão associadas ao surgimento de doenças cerebrovasculares podem ser explicadas devido à sobrecarga hemodinâmica que os círculos arteriais apresentam (Eftekhar *et al.*, 2006).

1.2.4. VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS

Mudanças na morfologia normal no círculo arterial cerebral pode ser um fator de risco para doenças cerebrovasculares (Horikoshi *et al.*, 2002; Silva Neto *et al.*, 2012; Valenca, 2013) com destaque para os aneurismas intracranianos (Iqbal, 2013).

Os aneurismas intracranianos têm uma elevada prevalência no sexo feminino e um pico de incidência entre a 40 e a 50 décadas de vida (Horikoshi *et al.*, 2002; Silva Neto *et al.*, 2012; Valenca, 2013).

Parece haver relação entre a presença de determinadas variações morfológicas arteriais com o surgimento de aneurismas intracranianos, p.ex., na mulher há maior presença de aneurismas da artéria cerebral posterior e nesse sexo também predomina a presença do padrão fetal da artéria cerebral posterior. Sugerindo fortemente uma ligação entre a presença de

padrão fetal e aneurisma da artéria cerebral posterior. Por outro lado, no homem, parece haver relação entre a presença de hipoplasia da artéria cerebral anterior e aneurismas da artéria comunicante anterior. Esses exemplos indicam categoricamente que existe uma relação direta da morfologia arterial e suspeita de aneurisma, possivelmente por mecanismos hemodinâmicos que parece haver influência do gênero(Horikoshi *et al.*, 2002).

Muitos autores se detiveram a descrever as variações anatômicas do círculo arterial cerebral, porém poucos as correlacionam com as diferenças entre os sexos.

O círculo arterial cerebral é a principal via colateral do fluxo sanguíneo em situações de oclusão das artérias carótidas internas e do sistema vértebro-basilar (Henderson *et al.*, 2000; Hoksbergen *et al.*, 2003)

Durante o período gestacional da 12^o a 21^o semanas de gestação existe uma mudança na artéria cerebral posterior que passa do padrão fetal ao intermediário e do padrão intermediário à configuração que o indivíduo vai permanecer na vida adulta (Overbeek, 1991).

Essas variações são resultados de modificações no desenvolvimento vascular não sendo atribuídos a fatores genéticos (Overbeek, 1991). Em um estudo com 53 encéfalos no período gestacional de 12 a 60 semanas não foram encontradas evidências de que existem diferenças de variações morfológicas entre homens e mulheres (Overbeek, 1991).

Muitas teorias tentam explicar as variações no círculo arterial cerebral (Iqbal, 2013). Para Lazhortes et al (1979 apud IQBAL 2013) as variações nos calibres dos segmentos arteriais estão relacionados a amplitude dos movimentos do pescoço (Lazorthes *et al.*, 1971).

Segundo Fields (1974 apud IQBAL 2013), o círculo arterial cerebral pode apresentar variações morfológicas tanto na vida intrauterina quanto na vida adulta (FIELDS, 1974; STEHBENS 1989 apud IQBAL 2013) e os fatores genéticos são muito importantes no desenvolvimento dessas variações morfológicas, no entanto, fatores físicos e bioquímicos podem ser responsáveis pelo desenvolvimento dessas alterações (FIELDS, 1974; MILENKOVIC; VUCETIC; PUZIC (1985 apud IQBAL 2013).

Hillen (1987 apud IQBAL, 2013 afirmou que as variações no círculo arterial cerebral ocorrem devidas um delicado ajuste hemodinâmico de todos os segmentos (Hillen, 1987).

Doenças cérebro vasculares como AVCs, aneurismas intracranianos, oclusões das artérias carótidas internas, restrição do fluxo unilateral da artéria carótida externa são doenças dependem das variações morfológicas no círculo arterial cerebral (Iqbal, 2013).

A frequência do padrão fetal da artéria cerebral posterior foi significativamente maior em pacientes com aneurismas do que no grupo controle (24% *versus* 8%, $p < 0,05$; OR=2,102, IC 95% 1,041-4,245) (Silva Neto *et al.*, 2012).

Foi observada maior incidência de hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior em associação com aneurismas da artéria comunicante anterior ($p < 0,0001$, OR=32,13; IC 95% 12,95-79,71) e uma menor frequência do padrão fetal (Silva Neto *et al.*, 2012).

Além disso, as variações anatômicas no círculo arterial cerebral são mais comuns em indivíduos que apresentam enxaqueca com aura do que em pacientes controles. Inclusive, futuramente, variações anatômicas relacionadas à enxaqueca poderão ser usadas no diagnóstico prospectivo para a classificação de pacientes de acordo com a etiologia bem como na seleção de estratégias terapêuticas (Cucchiara *et al.*, 2013).

Indivíduos sem variações no círculo arterial cerebral possuem circulação colateral eficiente e, dessa forma tendem a ter menor de desenvolver doenças cérebro vasculares (Henderson *et al.*, 2000; Hoksbergen *et al.*, 2003).

Existem de diferenças significativas entre as variações morfológicas de ambos os sexos em pacientes com aneurismas intracranianos (Horikoshi *et al.*, 2002).

Dentre as variações morfológicas observadas no círculo arterial cerebral encontram-se o padrão fetal da artéria cerebral posterior e a hipoplasia do segmento pré-comunicante da artéria cerebral anterior, o segmento A1 (Rhoton, 2002).

1.2.5. DIFERENÇAS COM RELAÇÃO AO SEXO NAS VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS DO CÍRCULO ARTERIAL CEREBRAL

Muitos trabalhos não relataram a distribuição das variações morfológicas no círculo arterial cerebral em cada sexo (Riggs e Rupp, 1963; Fisher, 1965; Lazorthes *et al.*, 1971) (apud EFTEKHAR *et al.*, 2006) (Riggs e Rupp, 1963; Fisher, 1965; Lazorthes *et al.*, 1971; Eftekhar *et al.*, 2006).

Um estudo de angiografia por ressonância magnética foi realizado em 100 indivíduos saudáveis (50 homens e 50 mulheres) e não foram encontradas diferenças significativas entre as frequências de variações morfológicas de ambos os sexos, talvez pelo baixo número de dados da amostra (MACCHI *et al.*, 1996 apud EFTEKHAR *et al.*, 2006) (Macchi *et al.*, 1996; Eftekhar *et al.*, 2006).

Mesmo sem comprovar essa diferença, há sugestões que o sexo do indivíduo pode ser uma fonte potencial para explicar as diferenças morfológicas no círculo arterial cerebral (Eftekhari *et al.*, 2006).

No entanto, foi possível observar que é mais comum encontrar homens com o círculo arterial cerebral sem variações anatômicas ($p < 0,05$) em comparação com a população em geral enquanto que o padrão fetal ocorre, predominantemente, em mulheres ($p < 0,01$). Pacientes com aneurismas na artéria comunicante anterior têm predominância significativa de hipoplasia da artéria cerebral anterior ($p < 0,001$ com OR 2,03) assim como foi mais comum padrão fetal nos pacientes com aneurismas na artéria carótida interna ($p < 0,01$ com OR 0,84) (Horikoshi *et al.*, 2002).

Mas, foi possível observar ainda, que diferenças nas variações morfológicas do círculo arterial cerebral, ligadas ao sexo, estão associadas com a localização de aneurismas intracranianos (Horikoshi *et al.*, 2002).

Além disso, pode haver uma tendência acelerada de aneurismas se desenvolverem em mulheres pela presença de hipoplasia no segmento A1 da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral. Foi provado que a hipoplasia de A1 é um fator de risco independente para aneurismas de acordo com análises logísticas de seus dados (Horikoshi *et al.*, 2002), mas essa diferença entre o sexo não foi provada no grupo de pacientes sem aneurismas, provavelmente ao baixo número de pacientes envolvidos no estudo (Horikoshi *et al.*, 2002).

As maiorias dos autores que realizaram estudos das artérias cerebrais com cadáveres e estudos radiográficos não consideraram ou se quer mencionaram diferenças entre artérias de indivíduos masculinos e femininos (CHRZANOWSKA, 1979; KAMATH, 1981; KIRGIS, 1996; MACCHI, 1994; MACCHI, 1996; SAEKI, 1977 apud HORIKOSHI *et al.*, 2002; HASHEMI, MAHMOODI, AMIRJAMSHIDI, 2013).

Além disso, a forma de classificação do círculo arterial cerebral é um fator que dificulta a classificação das variações morfológicas (HORIKOSHI *et al.*, 2002).

Em apenas um estudo do círculo arterial cerebral em angiografia por ressonância magnética foi observada uma diferença com relação ao sexo nos diâmetros das artérias comunicantes anteriores, artérias carótidas internas, artéria basilar, e artérias cerebrais médias que foram maiores em homens do que em mulheres, enquanto que o diâmetro médio das artérias comunicantes posteriores foram maiores em mulheres (KRABBE-HARTKAMP *et al.*, 1998).

Há ligeiro aumento nas ocorrências de círculos arteriais cerebrais sem variações anatômicas em mulheres e em indivíduos mais jovens e esta tendência pode ter sido causada por envelhecimento das artérias (arteriosclerose) (HORIKOSHI et al., 2002).

1.3. HIPÓTESE

A morfologia do círculo arterial cerebral, em relação à presença de hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior e da persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior, é diferente entre os sexos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a frequência de hipoplasia do seguimento A1 da artéria cerebral anterior e padrão fetal da artéria cerebral posterior e fazer a correlação das variações morfológicas entre os sexos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar, nos encéfalos, a ocorrência de hipoplasia de A1 e padrão fetal da artéria cerebral posterior de acordo com o sexo;
- ✓ Analisar e comparar nos exames de angiografia por ressonância magnética, a ocorrência de hipoplasia e padrão fetal de acordo com o sexo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. CENTRO DE DIAGNÓSTICOS MULTIMAGEM

Estudo aplicado, descritivo de caso-controle realizado de janeiro a maio de 2016.

3.1.1. MATERIAIS

Foram utilizadas 648 angiografias por ressonância magnética, analisadas através do programa foi o Carestream Vue PACKS (version 11.4.1 1011) com MIP (Maximum Intensity Projection) algorithm.

3.1.2. MÉTODOS

As 648 angiografias, 326 homens e 322 mulheres foram escolhidas aleatoriamente e independente da causa de requisição do exame. Os indivíduos foram pareados por sexo e idade. De posse das imagens, os círculos arteriais cerebrais foram classificados como:

1. Sem alterações;
2. Presença de hipoplasia de A1 da artéria cerebral anterior;
3. Persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior;
4. Presença de hipoplasia de A1 da artéria cerebral anterior e padrão fetal da artéria cerebral posterior no mesmo círculo arterial, **Figuras 3A-3C**.

Desses 648 exames foram retiradas as medidas de cada segmento arterial em apenas 102 exames, 51 homens e 51 mulheres, aleatoriamente. O número de 102 exames foi escolhido de forma randomizada e as medidas não foram realizadas em todos os 648 exames, pois o número de 100 pacientes já seria um quantitativo adequado para representação estatística.

Os segmentos arteriais medidos foram: artérias cerebrais posteriores, artérias comunicantes posteriores, segmentos carotídeos, artérias cerebrais anteriores, e artéria comunicante anterior, **Figuras 4A-4E**.

Além das medidas supracitadas foi aferida a medida do diâmetro da porção mais estreita do segmento A1 da artéria cerebral anterior direita e a medida do diâmetro de maior calibre do segmento A1 também direita na artéria cerebral anterior. Então foi feita uma média de desses valores para se analisar o diâmetro de cada segmento A1 em relação a sua artéria contralateral direita *versus* esquerda em homens *versus* mulheres.

Critérios de inclusão:

Angiografias por ressonância magnética de indivíduos entre 18 e 90 anos, nos quais se poderiam visualizar todos os segmentos arteriais.

Critérios de exclusão:

Angiografias por ressonância magnética com círculos arteriais cerebrais com estenoses em algum segmento arterial.

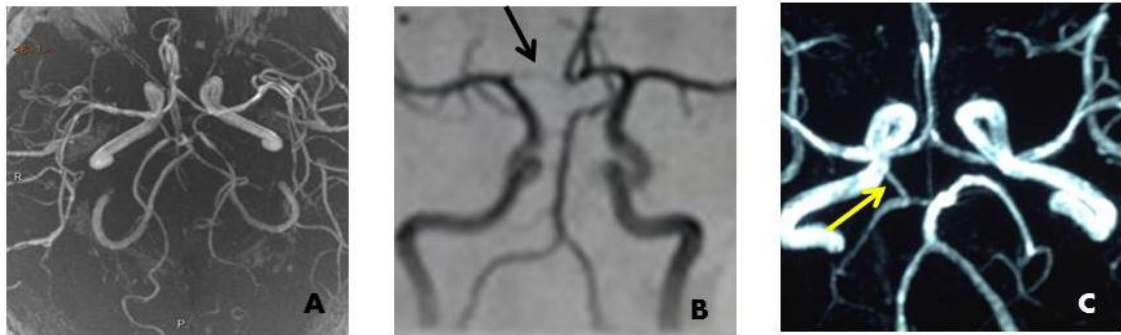


Figura 3. Fotografias do círculo arterial cerebral - angiorressonância

3. A. Círculo arterial cerebral-imagem de angiografia por ressonância magnética sem variações morfológicas nas artérias cerebrais anteriores e posteriores. 3. B. Imagem de angiografia por ressonância magnética do círculo arterial cerebral com hipoplasia de A1 (seta). 3.C. Imagem de angiografia por ressonância magnética do círculo arterial cerebral com padrão fetal da artéria cerebral posterior (seta).

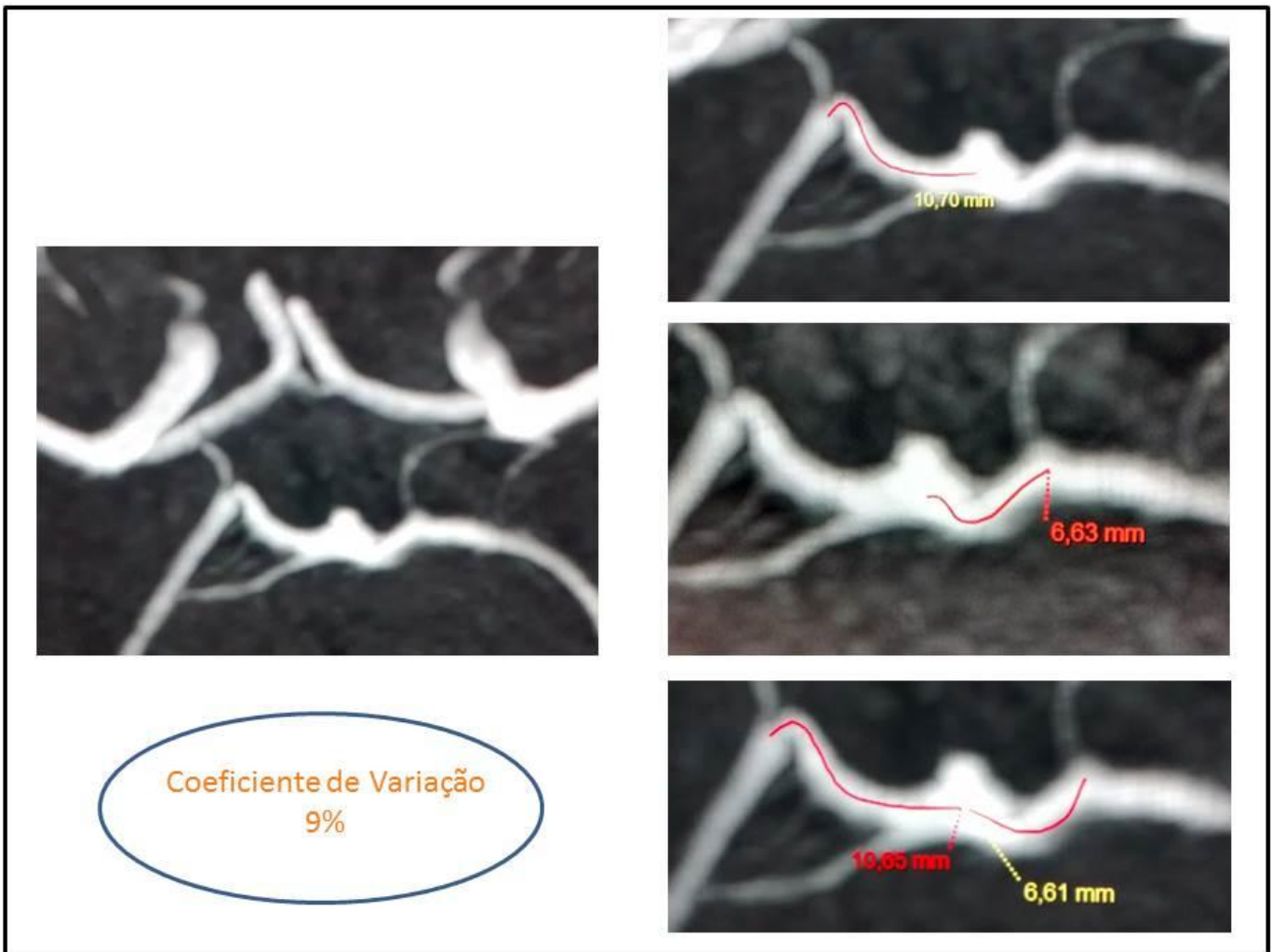


Figura 4A. Fotografia da medida das artérias cerebrais posteriores direita e esquerda do círculo arterial cerebral

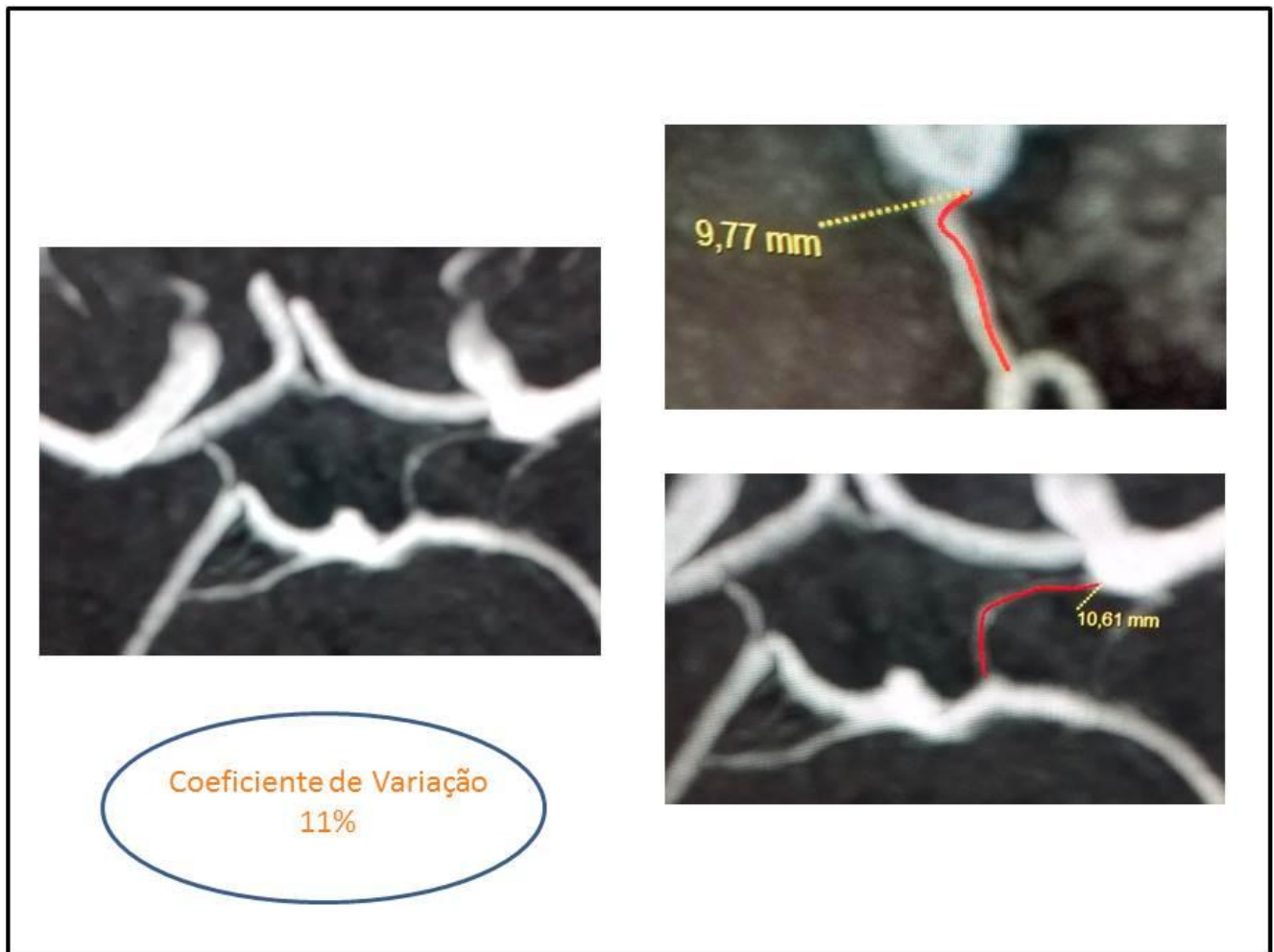


Figura 4B. Fotografia da medida das artérias comunicantes posteriores direita e esquerda do círculo arterial cerebral

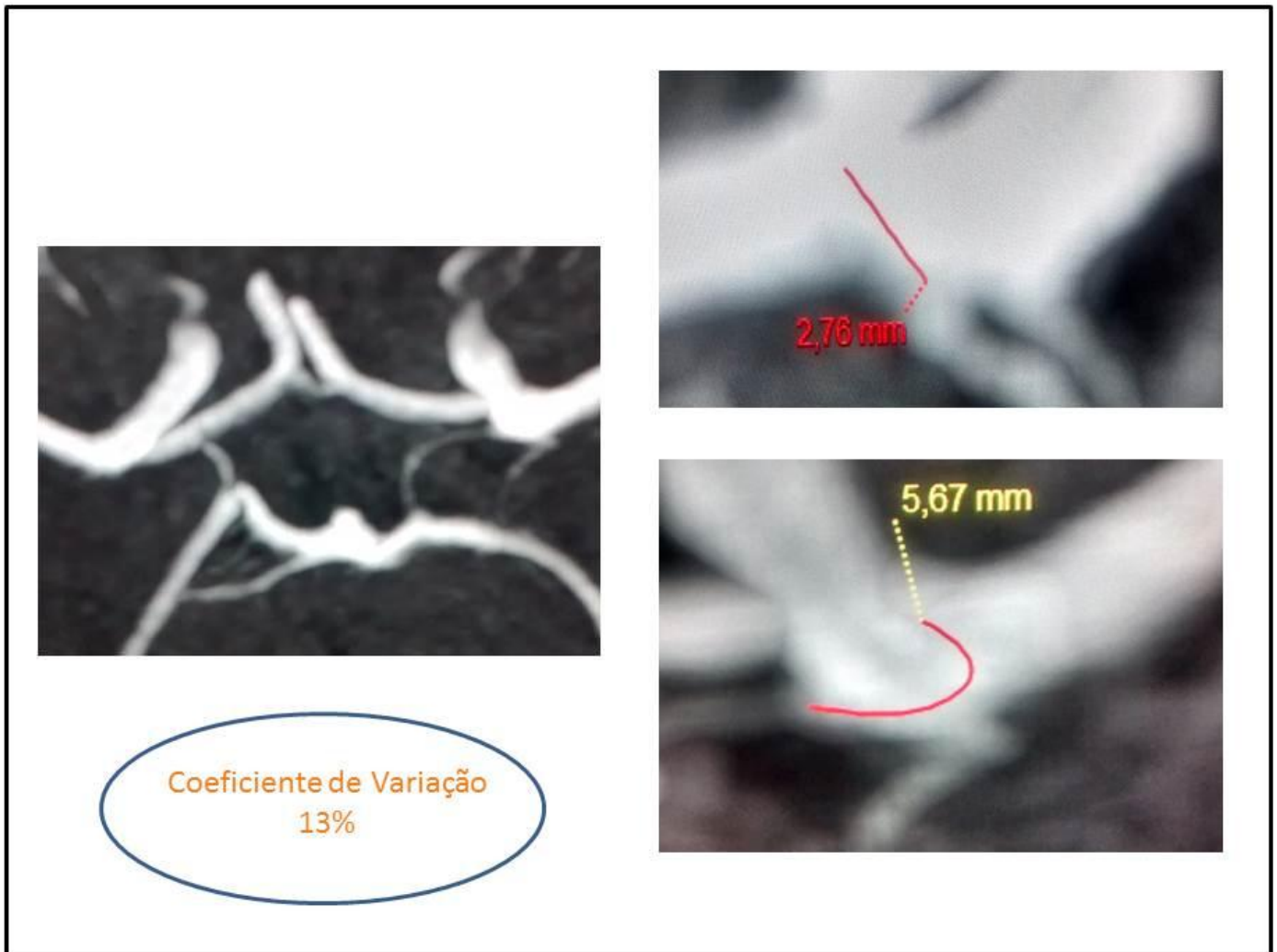


Figura 4C. Fotografia da medida dos segmentos carotídeos direito e esquerdo das artérias carótidas internas

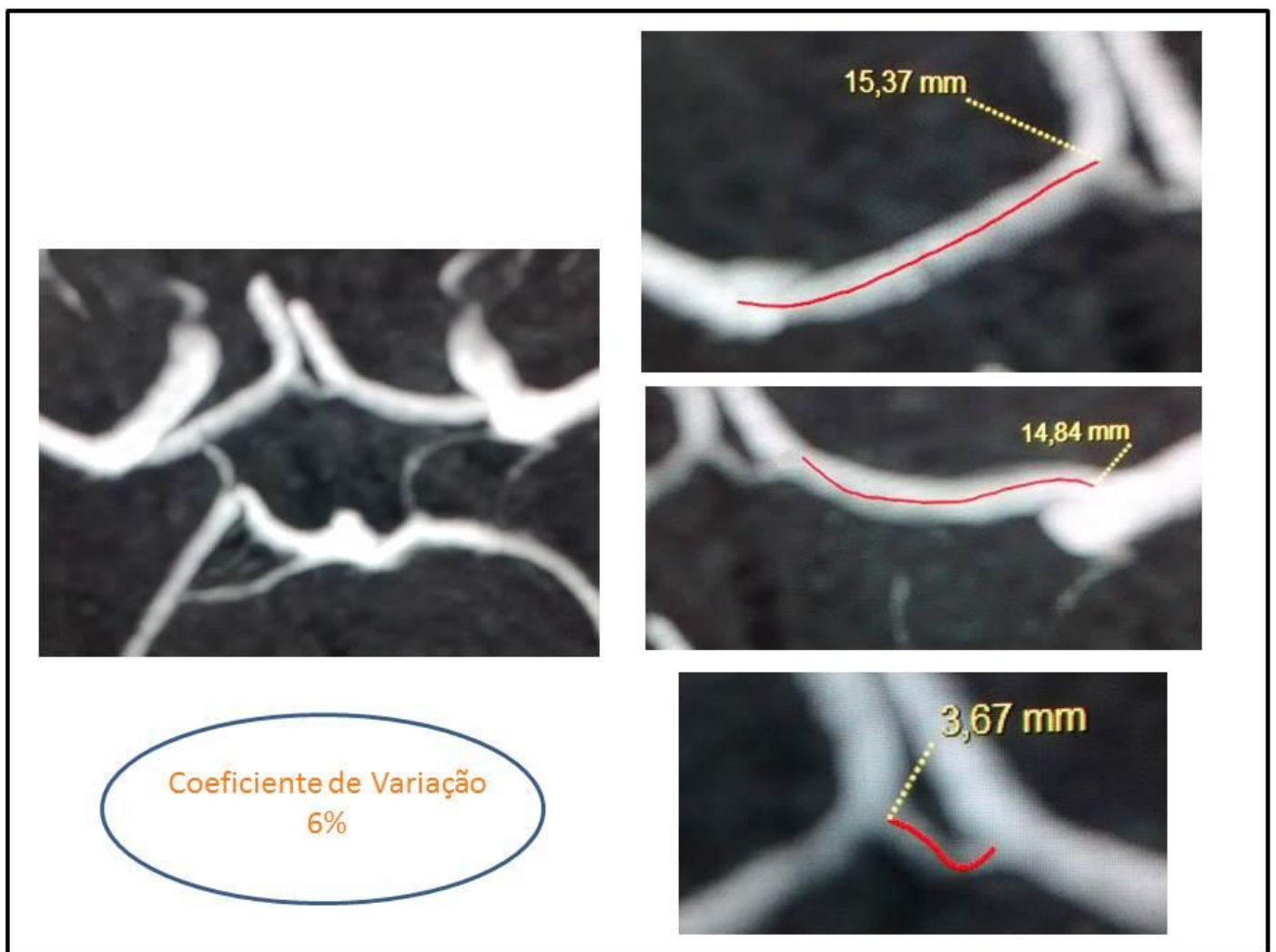


Figura 4D. Fotografia da medida das artérias cerebrais anteriores direita e esquerda e artéria comunicante anterior do círculo arterial cerebral

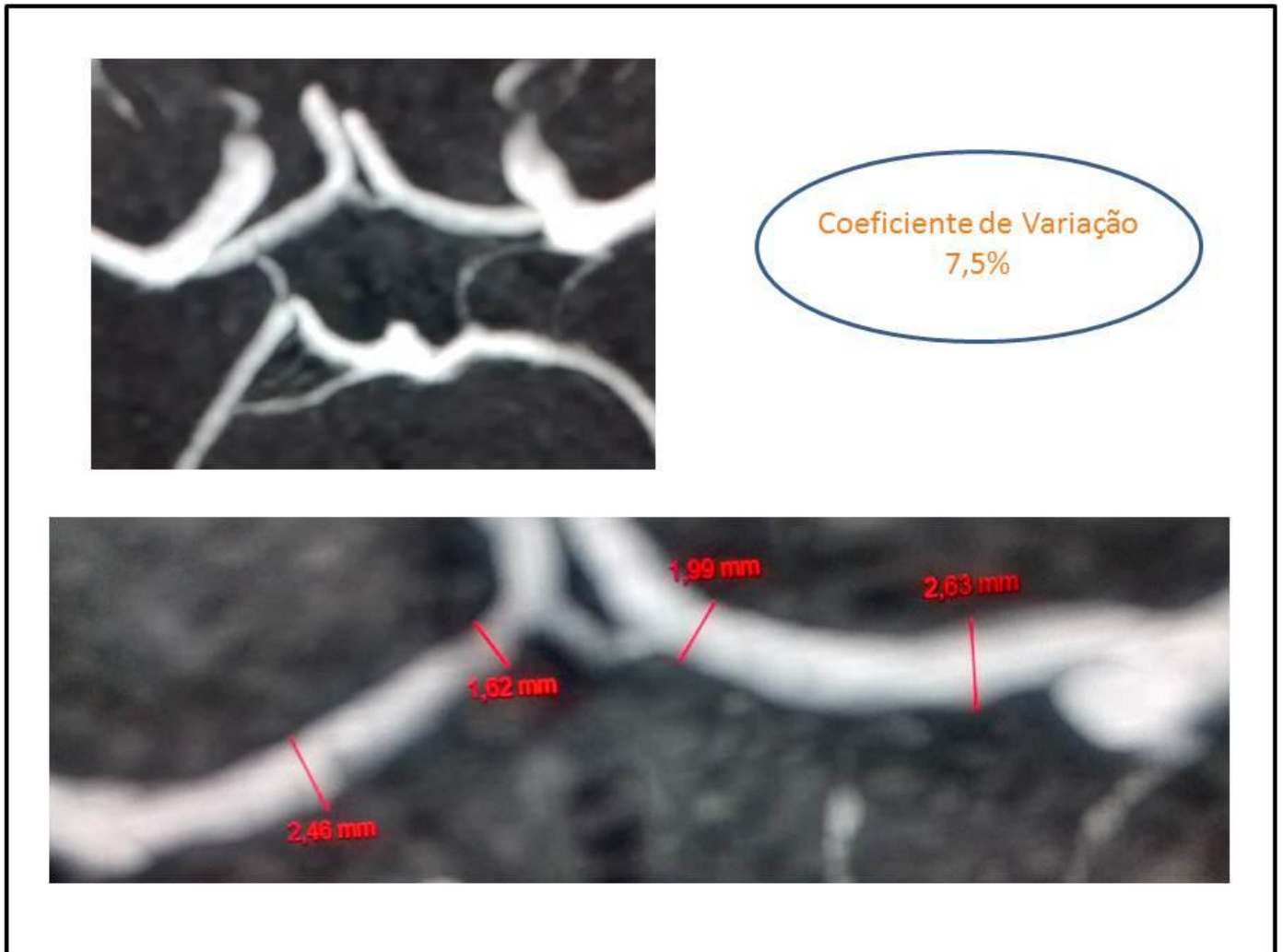


Figura 4E. Fotografia da medida do diâmetro das artérias cerebrais anteriores direita e esquerda do círculo arterial cerebral

3.2. SERVIÇO DE VERIFICAÇÃO DE ÓBITO

Estudo aplicado, descritivo de caso-controle realizado de fevereiro de 2015 a abril de 2016.

3.2.1. MATERIAIS

Coleta de Dados

Os encéfalos foram analisados pelo médico patologista antes da sua retirada, para que esta pesquisa não interferisse na avaliação da causa da morte daqueles indivíduos. Os encéfalos foram retirados conforme a rotina do Serviço de Verificação de Óbito. Desses encéfalos, foi retirado o círculo arterial cerebral. Para realização de sua dissecação utilizou-se bisturi, lâmina, tesoura e pinça.

- Cabo de bisturi:

Número 4 (lâminas 18 – 36 - foi utilizada a lâmina de número 22), em aço inoxidável AISI-420, tamanho de 20 cm, marca ABC, fabricante ABC instrumentos cirúrgicos.

- Lâmina de bisturi esterilizada

Número 22 da marca Solidor.

- Pinça de dissecação

Pinça de dissecação anatômica de 14 cm, em aço inoxidável AISI-420, com serrilha, fabricante ABC instrumentos cirúrgicos.

- Tesoura

Tesoura Íris ou Gengiva, 12 cm, ponta reta, de aço inoxidável AISI – 420, fabricante ABC instrumentos cirúrgicos. Após a dissecação as estruturas foram fotografadas com uma câmera digital da marca Sony Cyber-Shot DSC-W730 HD 16,1 MP.

3.2.2. MÉTODOS

Foram selecionados 56 encéfalos da rotina do Serviço de Verificação de Óbito no qual foram analisadas a presença de hipoplasia de A1 da artéria cerebral anterior e a persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior, **Figura 3D e 3E**.

Além dessa análise foram retiradas as medidas dos segmentos arteriais de 40 círculos arteriais, 21 homens, de acordo com os critérios de inclusão. 16 círculos arteriais foram excluídos de acordo com os critérios de exclusão. Neste estudo, os indivíduos foram pareados por sexo e idade.

Os segmentos arteriais medidos foram: artérias cerebrais posteriores, artérias comunicantes posteriores, segmentos carotídeos, artérias cerebrais anteriores, e artéria comunicante anterior. As medidas foram feitas da mesma forma que as medidas realizadas nas imagens por ressonância magnética, só que a primeira foi realizada no programa PACS, esta, no programa “Image J”, **Figuras 4A-4E**.

Critérios de inclusão:

Encéfalos de indivíduo com idade entre 10 a 90 anos, que apresentaram encéfalos íntegros após sua retirada, independente da doença associada, provenientes da rotina de corte de cérebros do Serviço de Verificação de Óbito de janeiro de 2015 a maio de 2016.

Critérios de exclusão:

Encéfalos com dano em algum segmento no círculo arterial cerebral no momento de sua retirada.

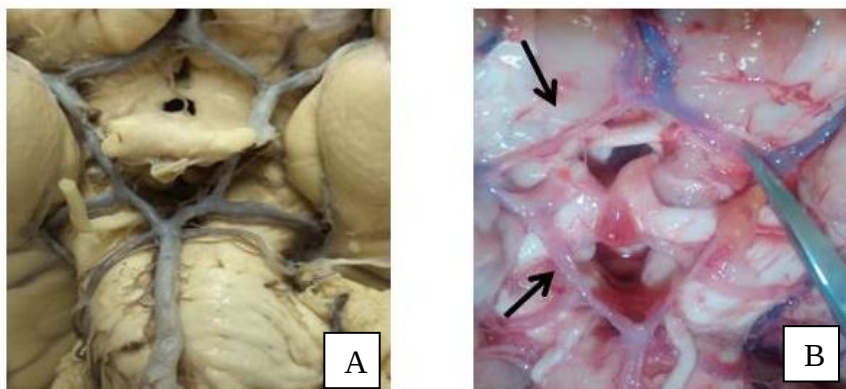


Figura 5. Fotografias do círculo arterial cerebral – rotina de dissecação

5.A. Dissecação do círculo arterial cerebral, no Serviço de Verificação de Óbito. Mulher, 34 anos, sem variações morfológicas na artéria cerebral anterior e artéria cerebral posterior. 3.B. Dissecação do círculo arterial cerebral no Serviço de Verificação de Óbito. Homem, 64 anos com hipoplasia de A1 à direita (seta superior) e padrão fetal da artéria cerebral posterior à direita (seta inferior).

3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Descritivamente apresentamos a distribuição dos pacientes por sexo, idade, presença de hipoplasia de A1 e persistência de padrão fetal.

No caso das variáveis categóricas foi empregado o teste Exato de Fisher e o teste de regressão linear. De posse dos resultados, as análises foram realizadas com nível de significância estabelecido para todos os testes de $p < 0,05$ e IC95% e realizado o coeficiente de variação dos dados categóricos quantitativos.

Os testes estatísticos foram realizados apenas nos dados obtidos das imagens de angiografia por ressonância magnética, pois os dados dos encéfalos do Serviço de Verificação de Óbito foram insuficientes para a análise estatística.

3.4. ASPECTOS ÉTICOS

A pesquisa apresenta aprovação do Comitê de Ética Humana do CCS – UFPE, CAAE 43686015.6.0000.5208.

Classificação da hipoplasia de A1 e padrão fetal da artéria comunicante posterior

No presente estudo, segmento A1 da artéria cerebral anterior foi considerado hipoplásico quando o diâmetro da artéria hipoplásica fosse menor que 90% do diâmetro do segmento dominante, **Figura 3**.

O padrão fetal da artéria cerebral posterior é caracterizado dessa forma quando seu diâmetro é maior que o diâmetro do segmento P1 (segmento inicial) da artéria cerebral posterior, pois seu fluxo sanguíneo provém majoritariamente da artéria carótida interna, **Figura 3** (CHUANG et al., 2008).

4. RESULTADOS

4.1. CÍRCULO ARTERIAL CEREBRAL ANALISADO ATRAVÉS DA TÉCNICA DE DISSECAÇÃO

As mulheres têm mais variações morfológicas no círculo arterial cerebral do que os homens, **Figuras 8 e 9**. Os homens apresentam mais hipoplasia de A1 do que as mulheres. As mulheres apresentam maior frequência na persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior do que os homens. Nas mulheres, a lateralidade do padrão fetal é mais à direita. Nos homens, a lateralidade da Hipoplasia de A1 é mais à direita, **Tabelas 1 e 2**. Os homens apresentam maior diâmetro da artéria cerebral anterior do que as mulheres, **Tabelas 3 e 4**.

4.2. CÍRCULO ARTERIAL CEREBRAL ANALISADO ATRAVÉS DE IMAGENS DE ANGIOGRAFIA POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Os homens apresentaram mais hipoplasia de A1 do que as mulheres e nos homens esse fenômeno ocorre mais à direita, **Figura 10**. As mulheres exibiram maior frequência na persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior do que homens, com destaque para artéria cerebral posterior à esquerda, **Tabela 5 e 6, Gráficos 1 e 2**.

A hipoplasia de A1 foi classificada em leve, moderada e grave onde mais da metade dos homens e das mulheres cursaram com hipoplasia de A1 grau leve **Tabela 7**.

Uma análise da presença de hipoplasia de A1 e padrão fetal da artéria cerebral posterior que ocorreram ao mesmo tempo no mesmo indivíduo mostrou que variações morfológicas em conjunto ocorrem mais em mulheres do que em homens. E a variação mais comum foi a presença de hipoplasia de A1 à direita e padrão fetal da artéria cerebral posterior à direita, **Gráficos 3-8**.

Os homens apresentam círculo arterial cerebral maior que as mulheres o mesmo pôde ser observado no calibre das artérias cerebrais anteriores direitas e esquerdas, **Tabelas 8, 9 e 10**.

O segmento A1 esquerdo, o diâmetro do segmento A1, o comprimento da artéria comunicante anterior, o segmento P1 esquerdo e o diâmetro do segmento A1 direito das mulheres variaram com a idade. Mulheres mais velhas apresentam os segmentos supracitados, maiores do que as mulheres mais jovens, **Tabela 11, Gráficos 9-40**.

O comprimento da artéria comunicante posterior direito, do segmento A1 direito e o diâmetro do segmento A1 direito esquerdo são maiores nos homens do que nas mulheres, **Tabela 12**.

Os indivíduos mais velhos apresentam mais hipoplasia de A1 do que indivíduos mais jovens. Já a persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior não varia com a idade do indivíduo, **Tabela 13**.

O tamanho da artéria basilar varia com a idade. Pessoas mais velhas possuem artéria basilar maior do que indivíduos mais jovens, **Figura 11 e Gráficos 41 e 42**.

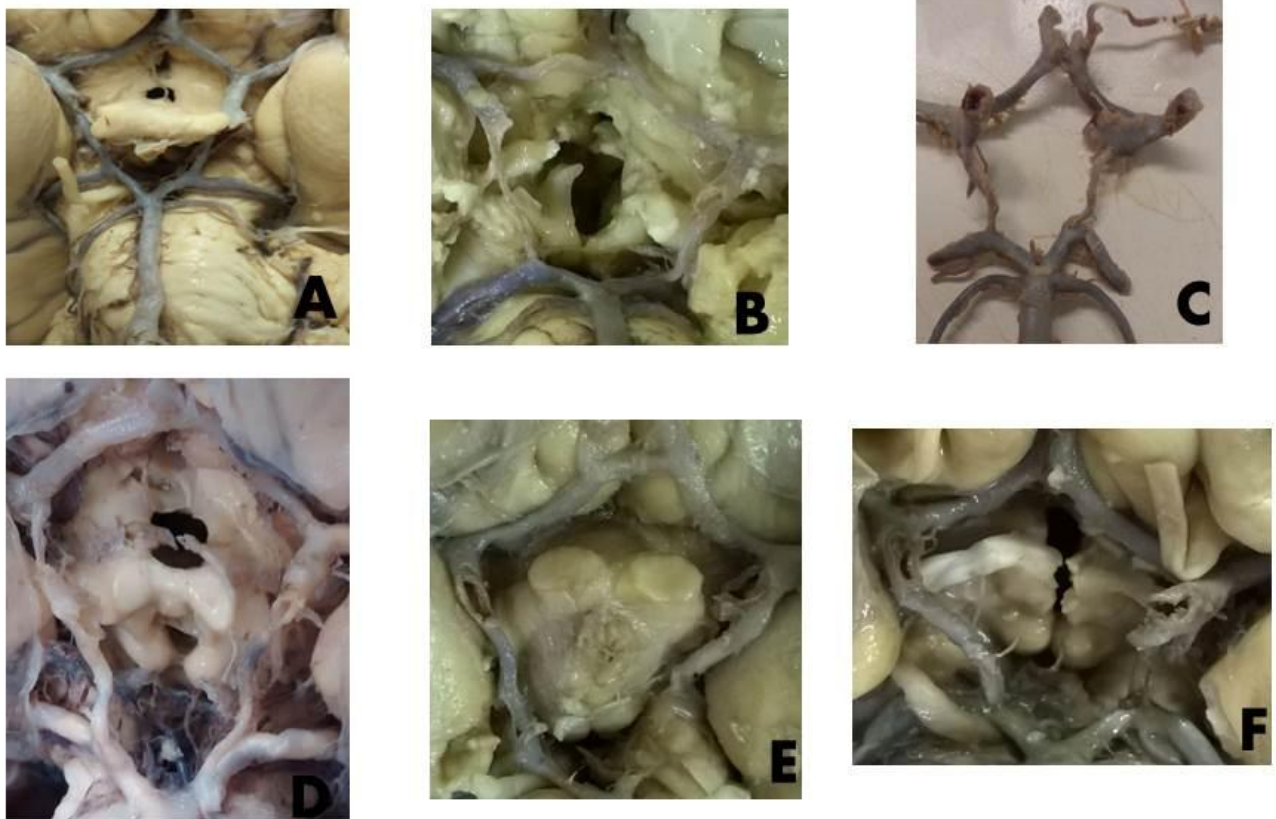


Figura 9. Variações morfológicas nos círculos arteriais cerebrais dissecados

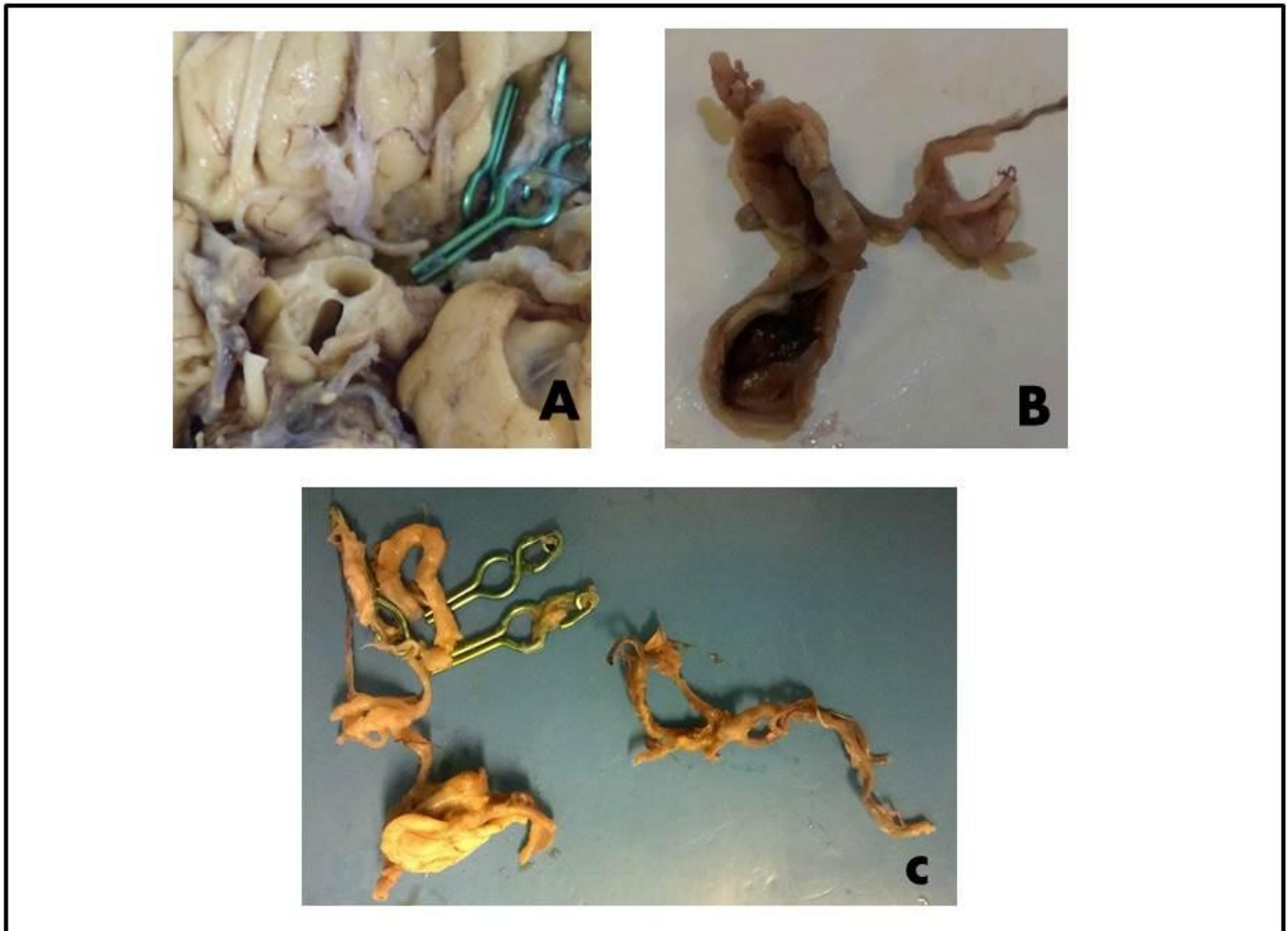


Figura 10. Círculo arterial cerebral com três clipagens aneurismáticas na artéria cerebral anterior à esquerda e artéria carótida interna e aneurisma intracraniano na artéria cerebral média à direita em indivíduo do sexo feminino com 65 anos

Tabela 1. Presença de hipoplasia no segmento A1 da artéria cerebral anterior encontrada nos encéfalos do Serviço de Verificação de Óbito

Homens (n=31)				Mulheres (n=25)			
Sem alterações	Hipoplasia A1		Outras variações	Sem Hipoplasia A1	Hipoplasia A1		Outras variações
	Dir.	Esq.			Dir.	Esq.	
16/31 (51,6%)	7/31 (22,5%)	3/31 (9,7%)	5/31(16,1)	10/25 (40%)	4/25 (16%)	2/25 (8%)	9/25(36%)

Tabela 2. Classificação da persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior dos encéfalos do Serviço de Verificação de Óbito

Homens (n=31)					Mulheres (n=25)				
Sem alterações	Padrão fetal			Outras variações	Sem alterações	Padrão fetal			Outras variações
	Dir.	Esq.	Bilateral			Dir.	Esq.	Bilateral	
16/31 (51,6%)	3/31 (9,7%)	1/31 (3,2%)	1/31 (3,2%)	10/31(32,2%)	10/25 (40%)	4/25 (16%)	3/25 (12%)	2/25 (8%)	6/25(24%)

Tabela 3. Comparação das medidas do diâmetro, em milímetros, dos segmentos A1 em comparação com a análise macroscópica qualitativa dos círculos arteriais cerebrais dissecados nos indivíduos do sexo masculino

Sexo	Diâmetro		Relação	Hipoplasia A1	
	A1 Direita	A1 Esquerda		Análise das medidas em mm	Análise Macroscópica
M	2	2,8	71,4%	28,6	35%
M	1,9	1,7	89,4%	10,6	10%
M	2	2,1	95,2%	04,8	10%
M	1,4	2,2	63,6%	36,4	40%
M	1,9	2,5	76,0%	24,0	25%
M	1,7	2	85,0%	15,0	25%
M	1,6	1,4	87,5%	12,5	20%
M	2	1,9	95,0%	05,0	10%
M	2,4	2,2	91,6%	8,40	10%
M	3,5	3,1	88,5%	11,5	10%
M	1,5	2,1	71,4%	28,6	30%
M	2,1	2,4	87,5%	12,5	15%
M	1,9	1,7	89,4%	10,6	10%
M	1,9	2,1	90,4%	9,6	10%
M	2,6	2,3	88,5%	11,5	10%
M	2,1	2,3	91,3%	08,7	10%
M	1,6	1,1	68,7%	31,3	35%
M	2,4	1,7	70,8%	29,2	30%
M	1,6	1,0	62,5%	37,5	40%
M	2,6	2,6	100,0%	0,0	0%
M	1,1	2,6	42,3%	57,7	65%
M	1,7	1,5	88,2%	11,8	20%
M	2,2	2,4	91,6%	8,4	10%
M	2	2,2	90,1%	9,9	10%
M	1,6	2,6	61,5%	38,5	45%

Continua

Sexo	Diâmetro		Relação	Hipoplasia A1	Hipoplasia A1
	A1 Direita	A1 Esquerda		Análise das medidas em mm	Análise Macroscópica
M	2,2	1,5	68,2%	31,8	40%
M	2,4	2,5	96,0%	04,0	10%
M	2,6	2,3	88,5%	11,5	10%
M	1,7	1,3	76,5%	23,5	35%
M	1,8	2,2	81,8%	18,2	20%
M	1,9	2,1	90,5%	9,5	10%
M	2	1,1	55,0%	45,0	45%
M	2,2	1,9	86,4%	13,6	20%
M	2,3	1,7	73,9%	26,1	30%
M	2,2	2,7	81,5%	18,5	25%
M	1,7	2,2	77,3%	22,7	25%
M	2,3	2,9	79,3%	20,7	20%
M	1,8	2,3	72,3%	27,7	30%
M	2,1	1,1	52,4%	47,6	50%
M	2	1,3	65,0%	35,0	35%
M	1,3	2,2	59,1%	40,9	45%
M	2	2,4	83,3%	16,7	20%
M	2,2	2,1	95,4%	04,6	10%
M	2,6	2,1	80,8%	19,2	20%
M	2,4	1,9	79,2%	20,8	25%
M	2,4	2,6	92,3%	7,7	10%
M	2,1	2,6	80,8%	19,2	20%
M	2,3	1,7	73,9%	26,1	30%
M	2,2	2,7	81,5%	18,5	25%
M	1,7	2,2	77,3%	22,7	25%
M	2,3	2,9	79,3%	20,7	25%

Tabela 4. Comparação das medidas do diâmetro, em milímetros, dos segmentos A1 em comparação com a análise macroscópica qualitativa dos círculos arteriais cerebrais dissecados nos indivíduos do sexo feminino

Sexo	Diâmetro		Relação	Hipoplasia A1	
	A1 Direita	A1 Esquerda		Análise das medidas em mm	Análise Macroscópica
F	1,6	1,3	81,20%	18,8	20%
F	1,6	1,6	100,0%	0,0	0%
F	1,4	1,6	87,5%	12,5	10%
F	2,1	2,1	100,0%	0,0	0%
F	1,9	2,1	90,4%	9,6	10%
F	1,4	1,4	100,0%	0,0	0%
F	2,2	1,5	75,0%	25,0	20%
F	2,5	1,7	68,0%	32,0	35%
F	2	1,7	85,0%	15,0	10%
F	2,3	1,5	65,2%	34,8	40%
F	2	2,1	95,2%	04,8	10%
F	1,8	1,9	94,7%	05,3	15%
F	1,8	1,3	72,2%	27,8	30%
F	0,8	2,7	29,6%	70,4	70%
F	2,3	1,9	82,6%	17,4	15%
F	1,5	1,4	93,3%	06,7	10%
F	2,2	2,3	95,6%	04,4	10%
F	2,7	2,8	96,4%	3,6	10%
F	1,4	1,6	87,5%	12,5	10%
F	1,6	1,6	100,0%	0,0	0%
F	1,5	2,4	62,5%	37,5	40%
F	2,8	1,2	42,8%	57,2	60%
F	1,6	1,1	68,7%	31,3	30%
F	1,4	1,3	92,8%	07,2	10%
F	1,9	1,9	100,0%	0,0	0%

Continua					
Sexo	Diâmetro		Relação	Hipoplasia A1	Hipoplasia A1
	A1 Direita	A1 Esquerda	Menor/Maior	Análise das medidas em mm	Análise Macroscópica
F	1,3	1,6	81,2%	18,8	20%
F	2,3	2	86,9%	13,1	10%
F	1,7	2,3	73,9%	26,1	25%
F	1,3	1,3	100%	0,0	0%
F	2,6	1,7	65,4%	34,6	30%
F	1,5	1,3	86,7%	13,3	10%
F	2,5	1,8	72,0%	28,0	30%
F	1,5	1,8	83,3%	16,7	20%
F	1,8	2	90,0%	10,0	10%
F	2	1,7	85,0%	15	15%
F	1,8	1,3	72,2%	27,8	30%
F	0,8	2,7	29,6%	70,4	70%
F	2,3	1,9	82,6%	17,4	20%
F	1,5	1,4	93,3%	06,7	10%
F	2,2	2,3	95,6%	04,4	10%
F	2,7	2,8	96,4%	03,6	10%
F	1,4	1,6	87,5%	12,5	20%
F	1,6	1,6	100,0%	0,0	0%
F	1,5	2,4	62,5%	37,5	40%
F	2,8	1,2	42,8%	57,2	60%
F	1,6	1,1	68,7%	31,3	30%
F	1,4	1,3	92,8%	7,2	10%
F	1,9	1,9	100,0%	0,0	0%
F	1,3	1,6	81,2%	18,8	20%
F	2,3	2	86,9%	13,1	10%
F	1,7	2,3	73,9%	26,1	25%

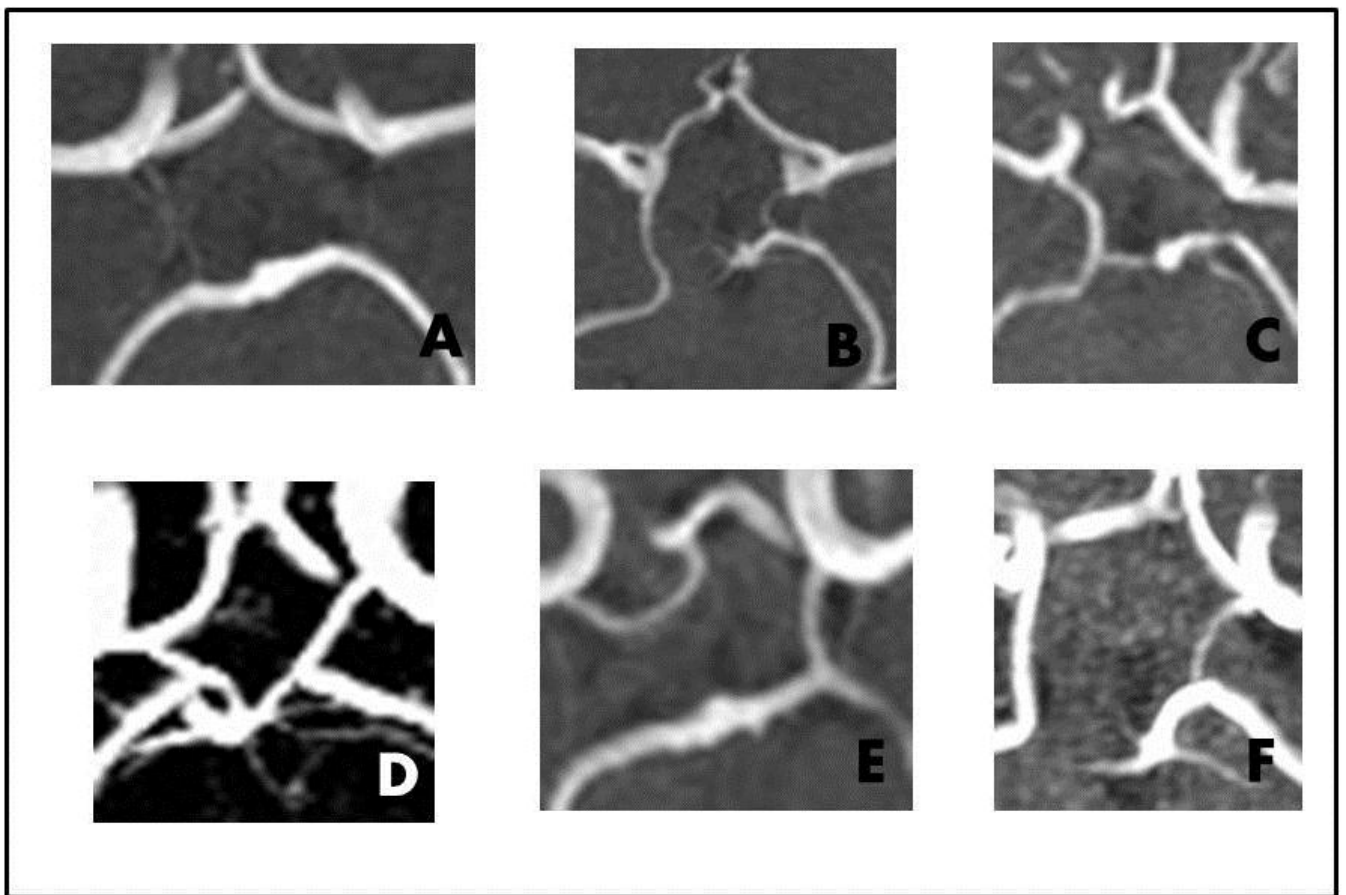


Figura 11. Variações morfológicas nos círculos arteriais cerebrais nas angiografias por ressonância magnética

Tabela 5. Variações morfológicas do círculo arterial cerebral em angiografia por ressonância magnética- Hipoplasia de A1 da artéria cerebral anterior e Padrão fetal da artéria cerebral posterior

Variações Morfológicas	Sexo				Análise dos dados		
	Homem		Mulher		p	OR	IC (95%)
Hipoplasia do Segmento A1	152/326	46,6%	108/322	33,5%	<0,01	1,7	1,3-2,4
Padrão fetal da artéria cerebral posterior	100/652*	15,3%	151/644†	23,4%	<0,01	0,6	0,4-0,8

*Em 326 círculos arteriais cerebrais do sexo masculino foram analisados 652 artérias carótidas internas. †Em 322 círculos arteriais cerebrais do sexo feminino foram analisados 644 artérias carótidas internas.

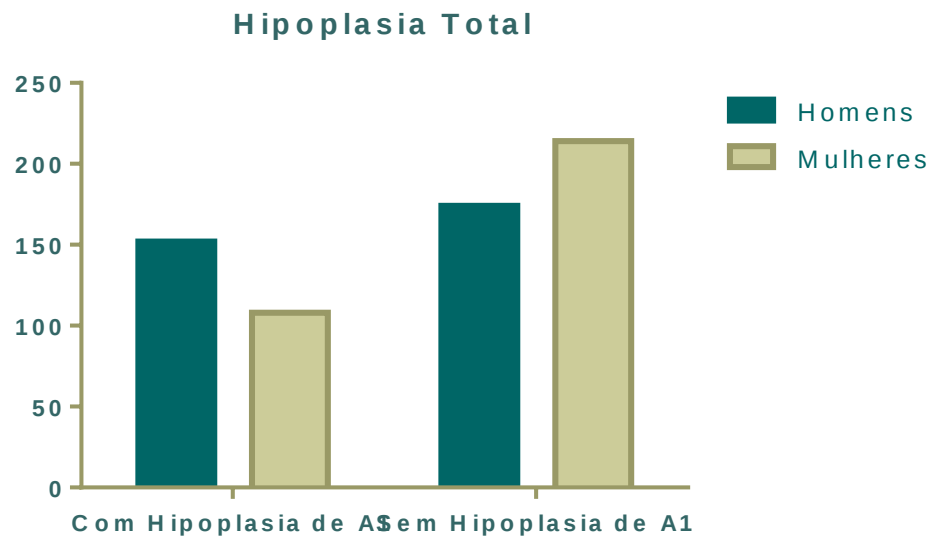


Gráfico 1. Presença de Hipoplasia de A1 em Homens e Mulheres em angiografias por ressonância magnética

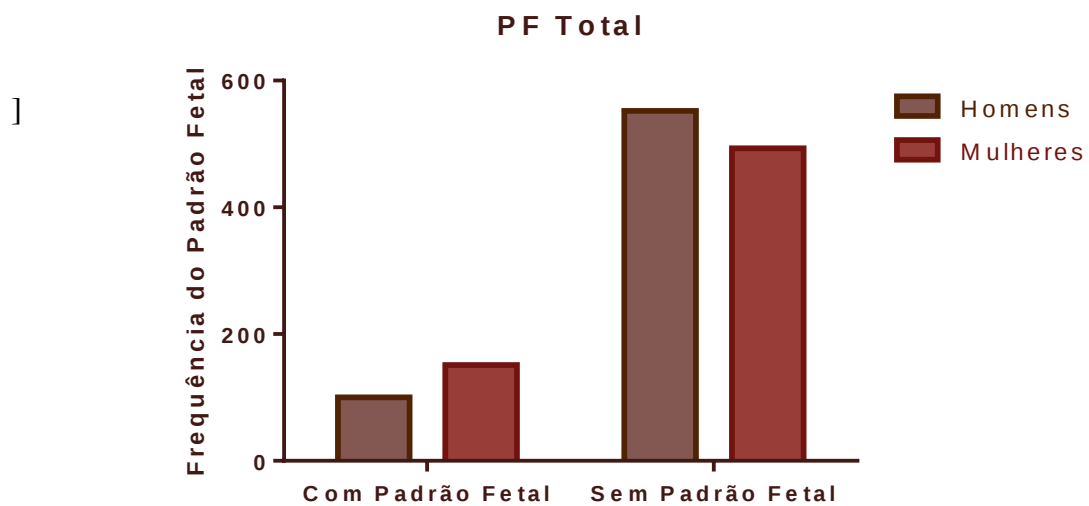


Gráfico 2. Persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior em Homens e Mulheres em angiografias por ressonância magnética

Tabela 6. Variações morfológicas do círculo arterial cerebral em angiografia por ressonância magnética

Variações Morfológicas	Sexo				Análise dos dados		
	H (n=326)		M (n=322)		p	OR	IC95%
	n	%	n	%			
Círculo arterial sem hipoplasia do segmento A1 e sem padrão fetal	108	33,1%	88	27,3%	0,1	1,3	0,9-1,8
Hipoplasia do segmento A1 à direita	66	20,2%	40	12,4%	<0,01	1,79	1,2-2,7
Hipoplasia do segmento A1 à esquerda	52	15,9%	33	10,2%	0,04	1,1	1-2,6
Padrão Fetal da artéria cerebral posterior à direita	44	13,5%	41	12,7%	0,8	0,1	0,7-1,7
Padrão Fetal da artéria cerebral posterior à esquerda	11	3,4%	58	18,9%	<0,01	0,1	0,1-0,3
Padrão Fetal da artéria cerebral posterior bilateral	11	3,4%	27	8%	<0,01	0,4	0,2-0,8
Hipoplasia A1 à direita e Padrão fetal à direita	5	1,5%	14	4,3%	0,04	0,3	0,1-0,96
Hipoplasia A1 à direita e Padrão à esquerda	8	2,4%	5	1,5%	0,6	1,6	0,5-4,9
Hipoplasia A1 à direita e Padrão fetal bilateral	8	2,4%	2	0,6%	0,1	4	0,8-19,1
Hipoplasia A1 à esquerda e Padrão fetal à direita	8	2,4%	5	1,5%	0,6	1,6	0,5-4,9
Hipoplasia A1 à esquerda e Padrão fetal à esquerda	2	0,6%	8	2,5%	0,1	0,2	0,05-1,2
Hipoplasia A1 à esquerda e Padrão fetal bilateral	3	0,9%	1	0,3%	0,6	3	0,3-2,9

Tabela 7. Gradação da hipoplasia do segmento A1 em comparação entre os sexos através de exames de ressonância magnética

Graus de variação (%)	Homens (n=51)	Mulheres (n=51)
Sem variações: Até 90	12/51 (23,5%)	20/51 (39,2%)
Variação leve 89 até 60	35/51 (68,6%)	27/51 (52,9)
Variação moderada 59 até 30	4/51 (7,8%)	2/51 (3,9%)
Variação grave menor que 30	0/51 (0%)	2/51 (3,9%)

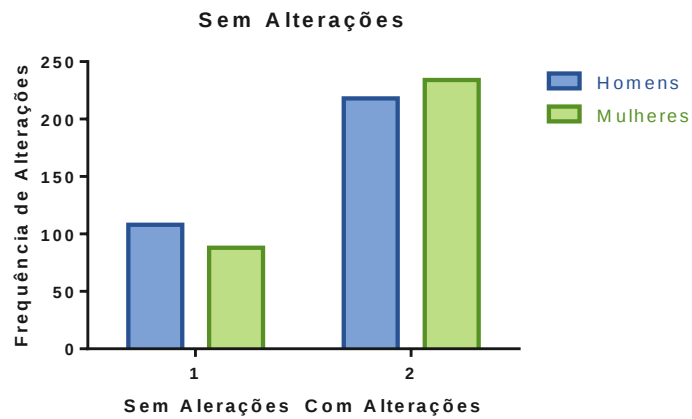


Gráfico 3. Círculos arteriais cerebrais sem alterações morfológicas em comparação homens vs. mulheres

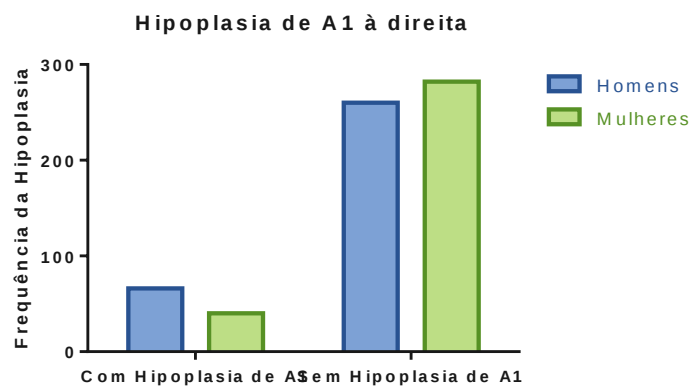


Gráfico 4. Círculos arteriais cerebrais com hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior à direita em comparação homens vs. mulheres

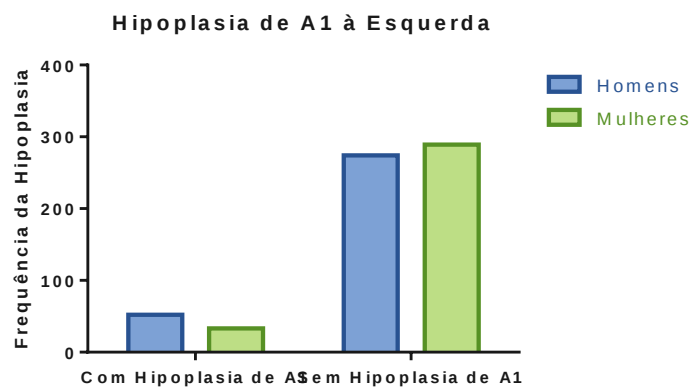


Gráfico 5. Círculos arteriais cerebrais com hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior à esquerda em comparação homens vs. mulheres

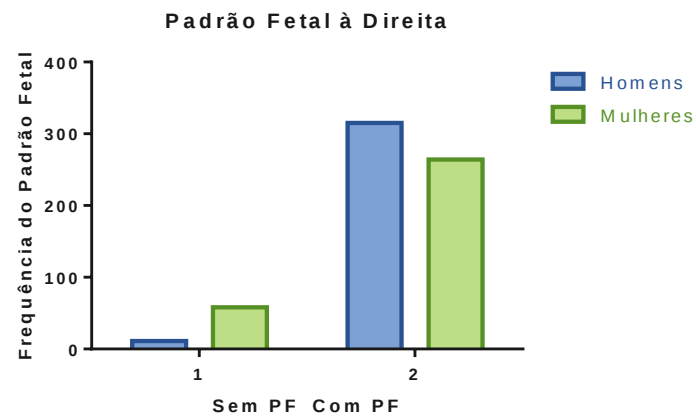


Gráfico 6. Círculos arteriais cerebrais com persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior à direita em comparação homens vs. mulheres

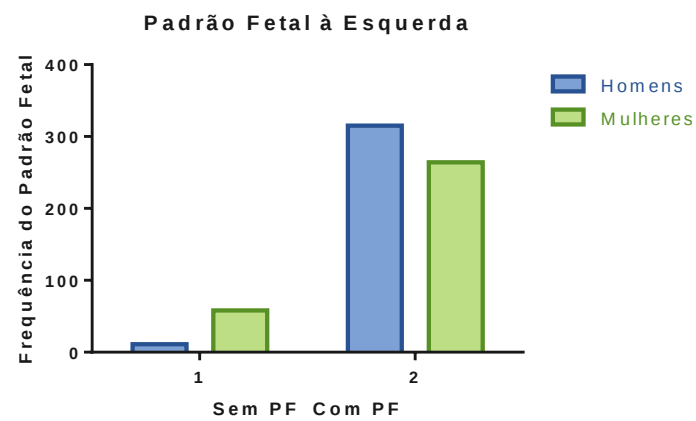


Gráfico 7. Círculos arteriais cerebrais com persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior à esquerda em comparação homens vs. mulheres

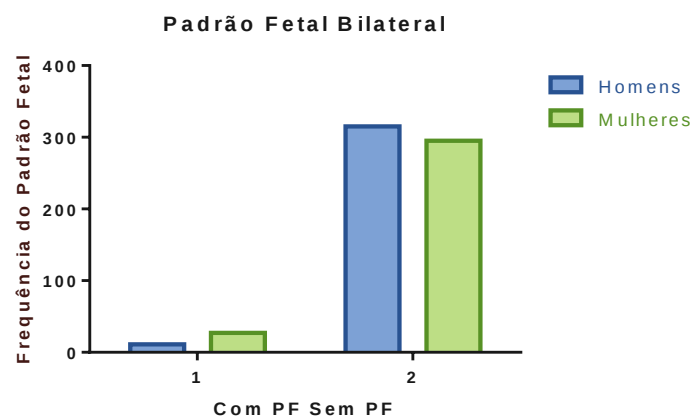


Gráfico 8. Círculos arteriais cerebrais com persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior bilateral em comparação homens vs. mulheres

Tabela 8. Medidas de todos os segmentos arteriais do círculo arterial cerebral nos pacientes do sexo feminino com angiografia por ressonância magnética, em milímetros

Sexo	Idade	Artéria cerebral posterior direita Seg. P1	Artéria cerebral posterior esquerda Seg. P1	Artéria comunicante posterior direita	Artéria comunicante posterior esquerda	Segmento de artéria carótida direita	Segmento de artéria carótida esquerda	Artéria cerebral anterior direita Seg. A1	Artéria cerebral anterior esquerda Seg. A1	Artéria comunicante anterior	Comprimento do círculo completo
F	75	8,2	9,5	6,4	5,8	5,3	3,1	13,7	12,8	1,1	65,9
F	59	5,6	6,2	8,4	7,9	4,9	6,1	11,5	12,3	1,9	64,8
F	40	7,9	7,1	9,8	11,6	1,7	4,4	13,3	10,2	1,7	67,7
F	35	3,9	4,1	12	10,2	5,6	4,1	15,5	11,4	4,8	71,6
F	38	6,3	10,3	7,6	9,6	2,2	4,3	13,8	13,6	2,1	69,8
F	90	7,8	4,8	5,5	6,9	5,6	4,5	15,3	9,4	4,3	64,1
F	56	6,8	3	14	8,1	4,8	6,7	17,6	12,6	2,9	76,5
F	54	6	6,05	7,1	8,5	2,4	2,1	13,9	11,6	3	60,65
F	72	8	11,9	12,8	9,6	3,3	2,2	16,1	12	3	78,9
F	36	8,1	15,4	11,2	10,3	3,2	3,7	13,4	15,3	1,9	82,5
F	51	5,4	4,9	11,5	12,6	5,7	4,7	13,2	13,8	1,5	73,3
F	39	6,7	6,8	13,5	7,5	5	4	25	23,5	2,7	94,7
F	44	6	8,4	10,1	7,4	2,5	2,2	11,2	13,7	1,9	63,4
F	81	15,5	4,8	20,2	6,2	1,9	2	7,6	15,9	1,9	76
F	80	15,1	17,9	5,8	17,4	9,6	4,9	13,1	11,5	1,7	97
F	73	7,9	6,1	10,6	7	4,8	2,2	14,4	13,7	2,2	68,9
F	21	10,5	7,3	5,9	7,9	3,8	4,7	10,7	10,1	1,3	62,2
F	15	5,9	4,6	7	7,1	5,5	3,4	14,5	10,2	3,6	61,8
F	79	4,5	10	12,5	5,2	3,5	3,9	17	15,5	1,2	73,3
F	51	3,8	9,6	8	11,8	4,7	4,4	8,8	11,3	2	64,4
F	22	3,9	9,5	10	5,4	6,3	3,4	14,2	10,9	5,4	69
F	32	7,1	5	8,3	16,1	6,9	9,5	12,6	13,9	3,2	82,6
F	30	8,3	5,3	9,8	8,2	3,2	3,6	11	13,2	0,9	63,5
F	50	8,4	6	7,5	4,7	6,9	3,3	14,7	12,9	1,4	65,8
F	53	11,1	6,2	6,2	5,4	2,4	2,3	14	17	1,3	65,9
F	68	5,7	10	7,2	6,1	1,7	1,6	16,1	14,4	1,3	64,1
F	2	6	6	12	7,2	4,5	2,3	15,8	9,4	3	66,2
F	26	15,6	7,3	7,4	11,5	5,7	2,5	14,7	11,9	2,6	79,2
F	65	8,8	6,9	15,4	8,2	4,8	9,7	14,5	14,4	3,5	86,2
F	35	5,9	13,5	8,8	8,4	4,2	6,3	12,3	12,6	2,5	74,5
F	17	8,9	7,5	8,8	7,8	2,8	3,9	13	14,7	3,4	70,8
F	64	8	7,8	9	9,3	3,8	6	16,2	16,4	4,5	81
F	66	13	11,7	7,7	1,9	6,8	3	20,4	12	1,3	77,8
F	41	7,4	10,1	8	6,1	4	5	17,1	18,1	4,2	80
F	36	8,8	10,3	8	15,4	3,6	2	12,2	11,3	4,4	76
F	44	6	8,4	10,1	7,4	2,5	2,2	11,2	13,7	1,9	63,4
F	81	15,5	4,8	20,2	6,2	1,9	2	7,6	15,9	1,9	76
F	80	15,1	17,9	5,8	17,4	9,6	4,9	13,1	11,5	1,7	97

Continua

Sexo	Idade	Artéria cerebral posterior direita Seg. P1	Artéria cerebral posterior esquerda Seg. P1	Artéria comunicante posterior direita	Artéria comunicante posterior esquerda	Segmento de artéria carótida direita	Segmento de artéria carótida esquerda	Artéria cerebral anterior direita Seg. A1	Artéria cerebral anterior esquerda Seg. A1	Artéria comunicante anterior	Comprimento do círculo completo
F	73	7,9	6,1	10,6	7	4,8	2,2	14,4	13,7	2,2	68,9
F	21	10,5	7,3	5,9	7,9	3,8	4,7	10,7	10,1	1,3	62,2
F	15	5,9	4,6	7	7,1	5,5	3,4	14,5	10,2	3,6	61,8
F	79	4,5	10	12,5	5,2	3,5	3,9	17	15,5	1,2	73,3
F	51	3,8	9,6	8	11,8	4,7	4,4	8,8	11,3	2	64,4
F	22	3,9	9,5	10	5,4	6,3	3,4	14,2	10,9	5,4	69
F	32	7,1	5	8,3	16,1	6,9	9,5	12,6	13,9	3,2	82,6
F	30	8,3	5,3	9,8	8,2	3,2	3,6	11	13,2	0,9	63,5
F	50	8,4	6	7,5	4,7	6,9	3,3	14,7	12,9	1,4	65,8
F	53	11,1	6,2	6,2	5,4	2,4	2,3	14	17	1,3	65,9
F	68	5,7	10	7,2	6,1	1,7	1,6	16,1	14,4	1,3	64,1
F	2	6	6	12	7,2	4,5	2,3	15,8	9,4	3	66,2
F	26	15,6	7,3	7,4	11,5	5,7	2,5	14,7	11,9	2,6	79,2
Média±DP	47±23	8±3	8±3	9±3	8±3	4±2	4±2	14±3	13±3	2±2	72±9

Tabela 9. Medidas de todos os segmentos arteriais do círculo arterial cerebral nos pacientes do sexo masculino com angiografia por ressonância magnética, em milímetros

Sexo	Idade	Artéria cerebral posterior direita Seg. P1	Artéria cerebral posterior esquerda Seg. P1	Artéria comunicante posterior direita	Artéria comunicante posterior esquerda	Segmento de artéria carótida direita	Segmento de artéria carótida esquerda	Artéria cerebral anterior direita Seg. A1	Artéria cerebral anterior esquerda Seg. A1	Artéria comunicante anterior	Soma dos segmentos
M	25	9	11	8	11	9	13	13	10	3	87
M	29	5	8	11	9	12	9	13	14	3	84
M	44	6,9	7,4	13,6	15,4	3,6	3,1	11,4	15,2	1,5	78,1
M	71	8,8	6,4	9,6	8,7	7,9	3,9	17,6	16,5	4,7	84,1
M	37	5,1	5,5	15,4	8,5	3	4,3	12,4	11,8	7,3	73,3
M	20	10,4	12	5,2	7	2,4	3,6	11,7	12,5	2,8	67,6
M	39	9,7	13,5	6,9	5,6	4,2	2,7	13,1	11,9	1,5	69,1
M	19	3,1	8,1	11,8	11,9	4,4	2,7	14,3	13,9	3,1	73,3
M	44	6	5,9	7,2	9,2	3,3	3,5	13,8	15,4	3,5	67,8
M	46	7,8	6,7	13,1	6,3	3,4	5,7	11,8	15,4	1,9	72,1
M	73	8,8	7,8	11,6	7,2	2,6	2,5	8,3	12,6	10	71,4
M	46	4,6	6,9	17,3	16,7	4,9	3	22,6	13,8	7,6	97,4
M	58	9,7	11,2	8,9	14,5	1,6	3,3	31,2	13,9	12,5	106,8
M	56	7,8	5,6	5,5	6,8	7,3	4,3	16,6	14	1,9	69,8
M	64	9,2	8,6	11,5	13,8	4,4	4	13,9	12	1,9	79,3
M	83	14,9	16,2	22,8	3,5	7,3	4,3	10	14	6,6	99,6
M	68	5,4	5,6	13,6	12,1	5,9	3,8	8	11,9	0,9	67,2
M	25	8,1	7,5	13,2	8,9	2,6	2,4	12,9	11	1,4	68
M	65	7,6	5,7	12,2	9,5	4,2	5,6	9,9	9,6	1,8	66,1
M	73	13,4	12,4	13,2	11,4	4,3	2,2	12	15	2,4	86,3
M	37	24	4,1	22,7	9,4	3,1	3,4	18,3	14,1	3,63	102,73
M	77	10,9	6,8	23,8	9,4	3,2	3,5	16,1	32,7	3,6	110
M	25	10,1	6,1	8,9	5,4	6,2	6,6	11,6	9,9	4,2	69
M	51	9,5	9,4	5,7	7,4	2,6	2,5	14,8	8,5	2,1	62,5
M	61	12	13	12,3	11,4	2,8	2,9	9,7	12,4	2,8	79,3
M	50	6,6	7,4	9	7,3	4,7	2,3	14,2	15,7	1,8	69
M	56	6,5	9,8	10,3	5,4	4,3	3,3	18,1	20,1	0,7	78,5
M	27	5,5	5,6	12,8	10,1	2,9	2,4	16,5	13,1	2	70,9
M	69	9,6	7,4	9,6	7,4	9,1	8,2	18,4	11,5	2,4	83,6
M	77	6,2	8,1	8,3	6,3	11,5	4,9	17	14,5	2,9	79,7
M	36	8,5	7,6	9	7,3	4,7	2,3	16,2	15,4	1,9	72,9
M	49	4,8	9,1	12,6	10,6	8,5	2,2	21,2	14,3	6,8	90,1
M	48	6,1	7,5	12,8	11,2	6,5	2,9	12,7	12	3	74,7
M	59	10,8	8,5	9,3	5,7	4,4	4,1	13,6	15,2	2,2	73,8
M	34	7,9	9,7	10,9	6,7	1,4	1,8	12,7	14,4	1,2	66,7
M	50	6	9,2	14,4	14,4	2,5	6,7	18,4	17,3	1,4	90,3

 Continua

Sexo	Idade	Artéria cerebral posterior direita Seg. P1	Artéria cerebral posterior esquerda Seg. P1	Segmento de artéria carótida direita	Segmento de artéria carótida esquerda	Segmento de artéria carótida direita	Segmento de artéria carótida esquerda	Artéria cerebral anterior direita Seg. A1	Artéria cerebral anterior esquerda Seg. A1	Artéria comunicante anterior	Comprimento do círculo completo
M	59	4,6	15,4	16,5	13	6,9	2,1	16,7	18,3	2,7	96,2
M	63	9,5	7,8	13,8	6,4	3,4	3	16,8	15,9	2	78,6
M	57	7,9	7,8	15,5	9,8	6,8	2,6	16,1	15,7	2,7	84,9
M	55	5,1	8,9	12,6	9,1	2,5	1,8	14	17,7	1,8	73,5
M	69	14,6	17,4	35,2	26,4	8,8	7,3	11,7	17,1	1,6	140,1
M	35	7,6	5,8	13,4	12,2	2,6	1,4	13,9	22,3	0,9	80,1
M	84	10,4	6,8	14,2	6,3	9,1	8	18,1	17,3	2,3	92,5
M	29	6,8	8,7	10,8	10,3	5,9	3,3	14,9	13,9	3,1	77,7
M	41	3,8	7	11	5	4,7	6,4	18,9	14,9	1,5	73,2
M	44	9,1	8,7	8	8,2	1,3	2,7	16,3	16,7	0,3	71,3
M	21	3,8	4,1	13,7	9,6	7,5	3,5	16,4	15,9	0,9	75,4
M	60	11,8	9,5	9,3	4,7	5,4	4,1	13,6	15,2	2,2	75,8
M	23	7,9	9,7	10,9	6,7	1,4	1,8	12,7	14,4	1,2	66,7
M	55	6	9,2	14,4	14,4	2,5	6,7	18,4	17,3	1,4	90,3
M	63	4,6	15,4	16,5	13	6,9	2,1	16,7	19,3	2,7	97,2
Média±DP	50±18	8±3	9±3	12±5	9±4	5±3	4±2	15±4	15±4	3±2	

Tabela 10. Medidas de todos os diâmetros do segmento A1 do círculo arterial cerebral nos pacientes do sexo feminino e masculino com angiografia por ressonância magnética, em milímetros

Idade	Diâmetro do segmento A1 da artéria cerebral anterior Sexo Feminino		Idade	Diâmetro do segmento A1 da artéria cerebral anterior Sexo Masculino	
	Direita	Esquerda		Direita	Esquerda
75	1,6	1,3	25	2	2,8
59	1,6	1,6	29	1,9	1,7
40	1,4	1,6	44	2	2,1
35	2,1	2,1	71	1,4	2,2
38	1,9	2,1	37	1,9	2,5
90	1,4	1,4	20	1,7	2
56	2,2	1,5	39	1,6	1,4
54	2,5	1,7	19	2	1,9
72	2	1,7	44	2,4	2,2
36	2,3	1,5	46	3,5	3,1
51	2	2,1	73	1,5	2,1
39	1,8	1,9	46	2,1	2,4
44	1,8	1,3	58	1,9	1,7
81	0,8	2,7	56	1,9	2,1
80	2,3	1,9	64	2,6	2,3
73	1,5	1,4	83	2,1	2,3
21	2,2	2,3	68	1,6	1,1
18	2,7	2,8	25	2,4	1,7
79	1,4	1,6	65	1,6	1
51	1,6	1,6	73	2,6	2,6
22	1,5	2,4	37	1,1	2,6
32	2,8	1,2	77	1,7	1,5
30	1,6	1,1	25	2,2	2,4
50	1,4	1,3	51	2	2,2
53	1,9	1,9	61	1,6	2,6
68	1,3	1,6	50	2,2	1,5
20	2,3	2	56	2,4	2,5
26	1,7	2,3	27	2,6	2,3
65	1,3	1,3	69	1,7	1,3
35	2,6	1,7	77	1,8	2,2
17	1,5	1,3	36	1,9	2,1
64	2,5	1,8	49	2	1,1
66	1,5	1,8	48	2,2	1,9
41	1,8	2	59	2,3	1,7
36	2	1,7	34	2,2	2,7

 Continua

Idade	Diâmetro do segmento A1 da artéria cerebral anterior Sexo Feminino		Idade	Diâmetro do segmento A1 da artéria cerebral anterior Sexo Masculino	
	Direita	Esquerda		Direita	Esquerda
44	1,8	1,3	50	1,7	2,2
81	0,8	2,7	59	2,3	2,9
80	2,3	1,9	63	1,8	2,3
73	1,5	1,4	57	2,1	1,1
21	2,2	2,3	55	2	1,3
15	2,7	2,8	69	1,3	2,2
79	1,4	1,6	35	2	2,4
51	1,6	1,6	84	2,25	2,1
22	1,5	2,4	29	2,6	2,1
32	2,8	1,2	41	2,4	1,9
30	1,6	1,1	44	2,4	2,6
50	1,4	1,3	21	2,1	2,6
53	1,9	1,9	60	2,3	1,7
68	1,3	1,6	23	2,2	2,7
20	2,3	2	55	1,7	2,2
26	1,7	2,3	63	2,3	2,9
Média±DP	2±0,5	2±0,5		2±0,5	2±0,5

Tabela 11. Comparação entre as medidas de comprimento e idade dos pacientes com angiografia com ressonância magnética

Comparação (Idade <i>versus</i> Comprimento)	Homens (n=51)		Mulheres (n=51)		Total (n=102)	
	p	r ²	p	r ²	p	r ²
Segmento P1 da artéria cerebral posterior direita	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,05
Segmento P1 da artéria cerebral posterior esquerda	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01	0,1
Artéria comunicante posterior direita	0,1	0,03	0,9	7,865e-005	0,8	<0,01
Artéria comunicante posterior esquerda	0,7	<0,01	0,8	<0,01	0,6	<0,01
Segmento carotídeo direito	0,08	0,1	0,2	0,03	0,2	0,02
Segmento carotídeo esquerdo	0,7	<0,01	0,8	<0,01	0,6	<0,01
Segmento A1 da artéria cerebral anterior direita	0,8	<0,01	0,8	<0,01	0,4	0,01
Segmento A1 da artéria cerebral anterior esquerda	0,05	0,08	0,03	0,09	0,2	0,01
Diâmetro do segmento A1 direito	0,3	0,02	<0,01	0,2	<0,01	0,1
Diâmetro do segmento A1 esquerdo	0,2	0,04	0,08	0,05	0,06	0,03
Artéria comunicante anterior	0,07	0,03	0,02	0,1	0,9	3,805e-005

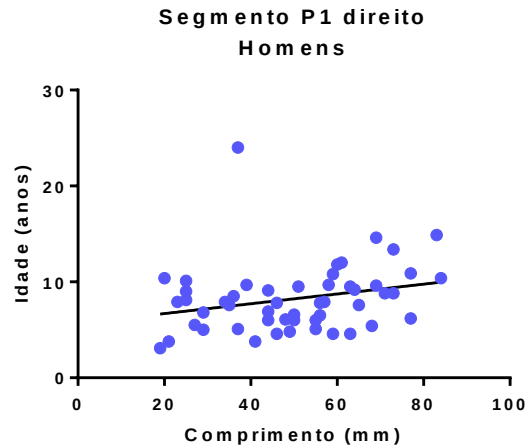


Gráfico 9. Comparação do comprimento da artéria cerebral posterior, segmento inicial (P1), direito do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

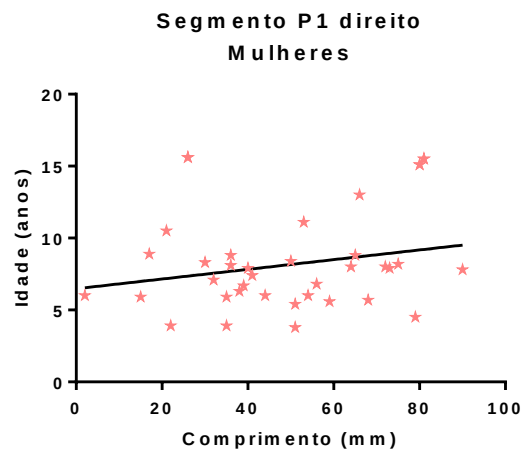


Gráfico 10. Comparação do comprimento da artéria cerebral posterior, segmento inicial (P1), direito do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

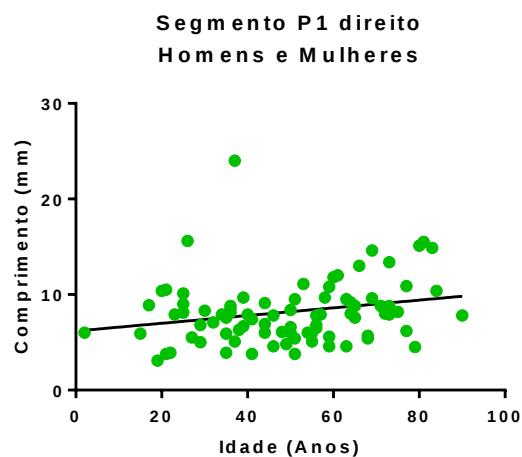


Gráfico 11. Comparação do comprimento da artéria cerebral posterior, segmento inicial (P1), direito do círculo arterial cerebral vs. a idade em todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102)

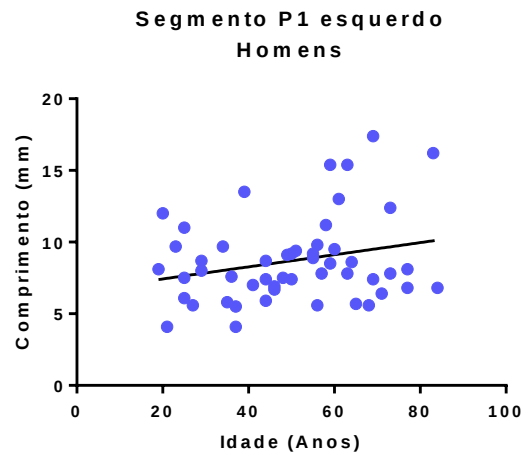


Gráfico 12. Comparação do comprimento da artéria cerebral posterior, segmento inicial (P1), esquerdo do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exame de angiografia por ressonância magnética (n=51)

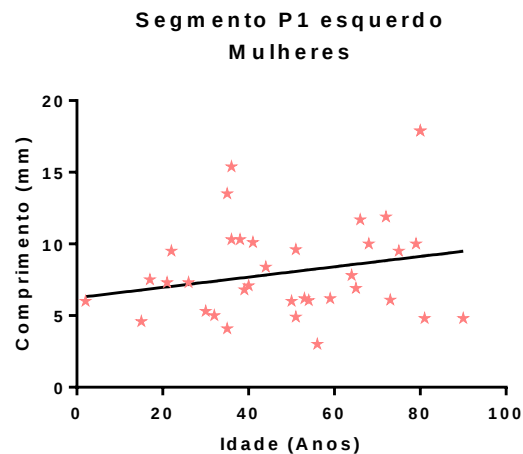


Gráfico 13. Comparação do comprimento da artéria cerebral posterior, segmento inicial (P1), esquerdo do círculo arterial cerebral esquerdo vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

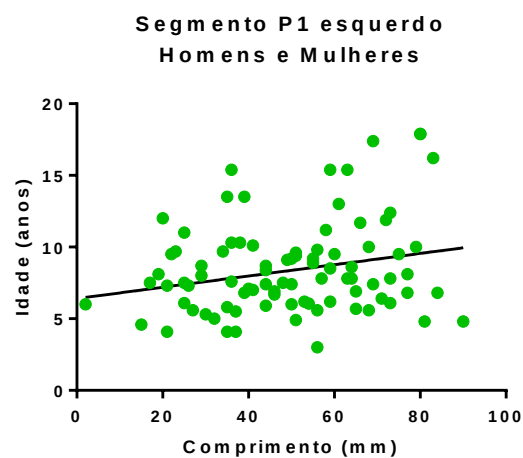


Gráfico 14. Comparação do comprimento da artéria cerebral posterior, segmento inicial (P1), esquerdo do círculo arterial cerebral vs. a idade em todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102)

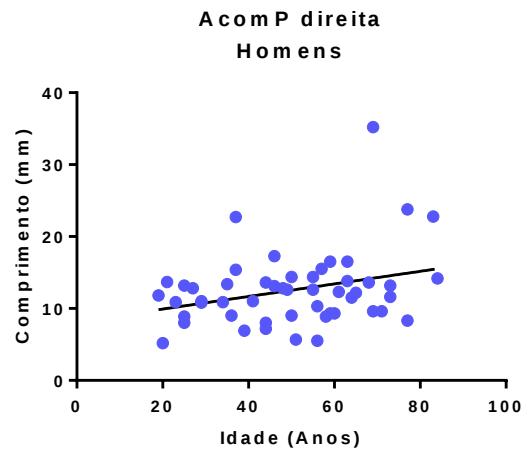


Gráfico 15. Comparação do comprimento da artéria comunicante posterior direita do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

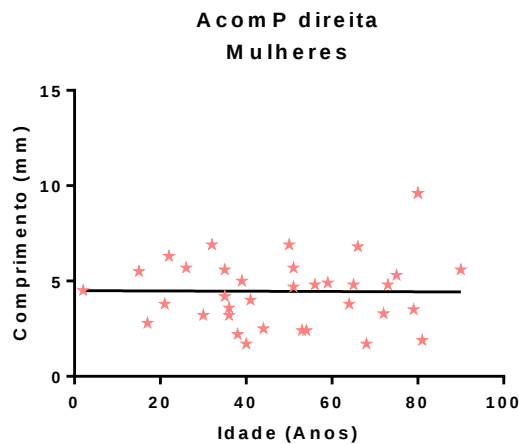


Gráfico 16. Comparação do comprimento da artéria comunicante posterior direita do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

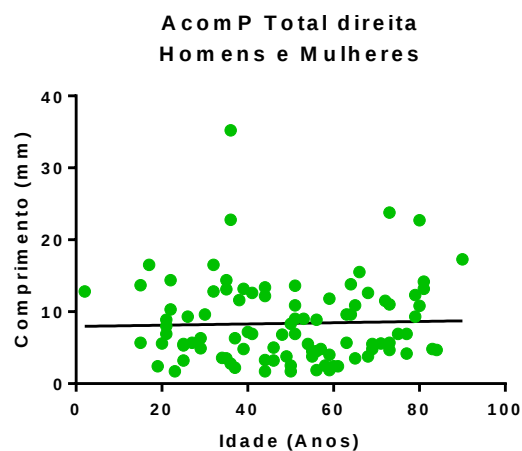


Gráfico 17. Comparação do comprimento da artéria comunicante posterior direita do círculo arterial cerebral vs. a idade em todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102)

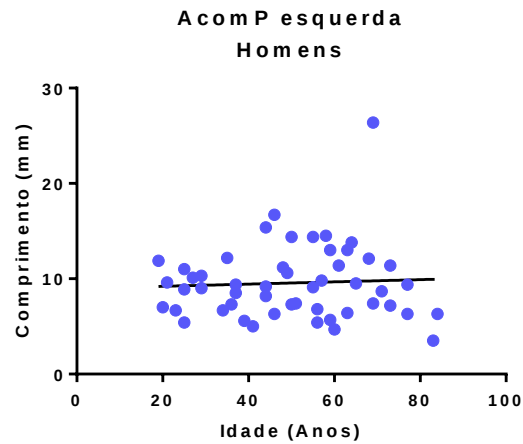


Gráfico 18. Comparação do comprimento da artéria comunicante posterior esquerda do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

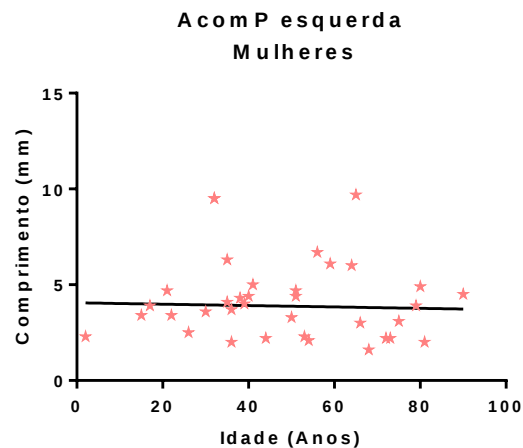


Gráfico 19. Comparação do comprimento da artéria comunicante posterior esquerda do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

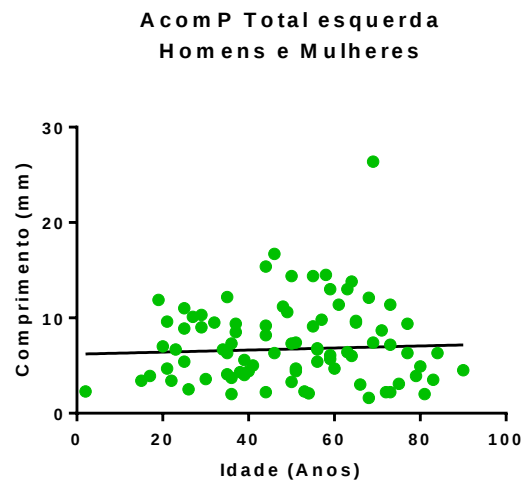


Gráfico 20. Comparação do comprimento da artéria comunicante posterior direita do círculo arterial cerebral vs. a idade em todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102)

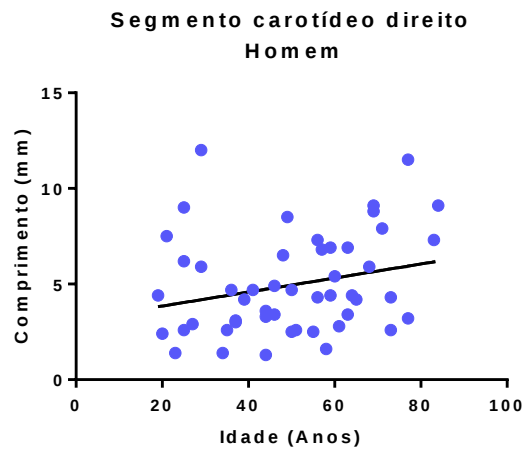


Gráfico 21. Comparação do comprimento do segmento carotídeo direito do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

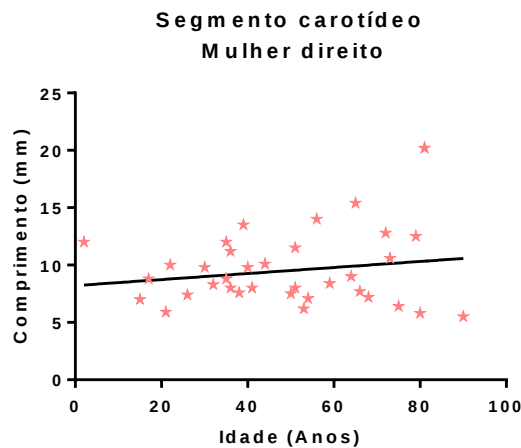


Gráfico 22. Comparação do comprimento do segmento carotídeo direito do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

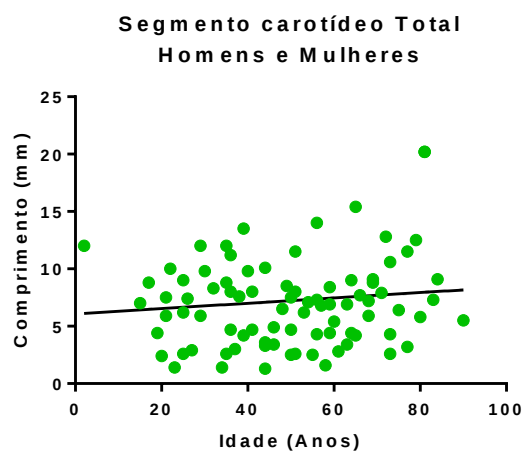


Gráfico 23. Comparação do comprimento do segmento carotídeo direito do círculo arterial cerebral vs. a idade de todos os indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102)

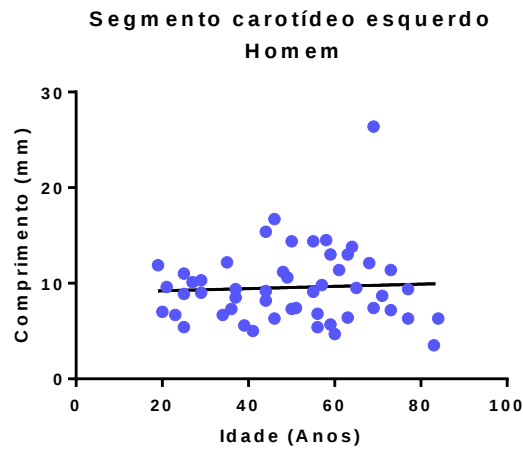


Gráfico 24. Comparação do comprimento do segmento carotídeo esquerdo do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

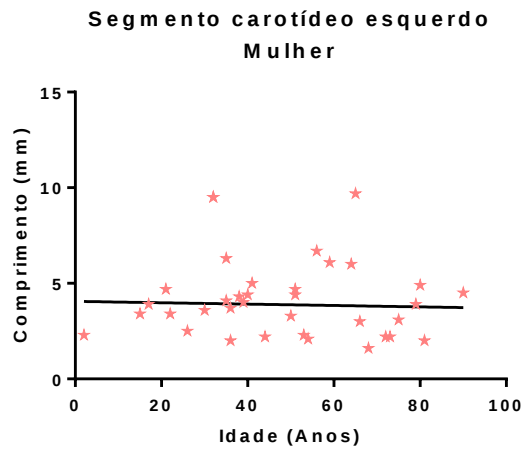


Gráfico 25. Comparação do comprimento do segmento carotídeo direito do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

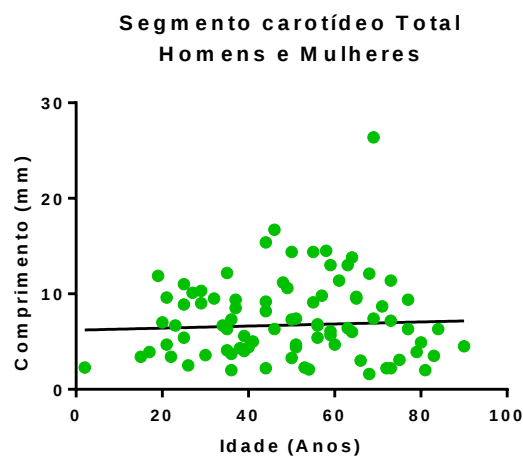


Gráfico 26. Comparação do comprimento do segmento carotídeo direito do círculo arterial cerebral vs. a idade de todos os indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102)

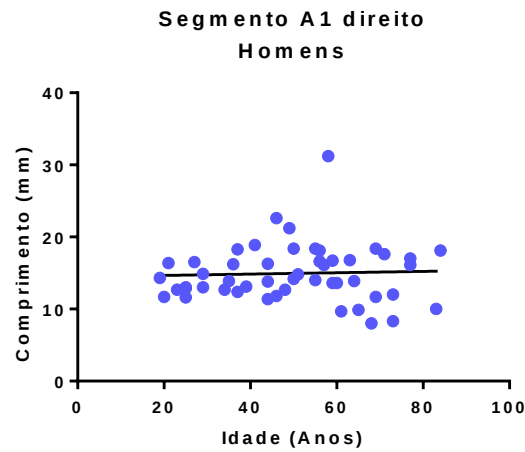


Gráfico 27. Comparação do comprimento do segmento A1 direito da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

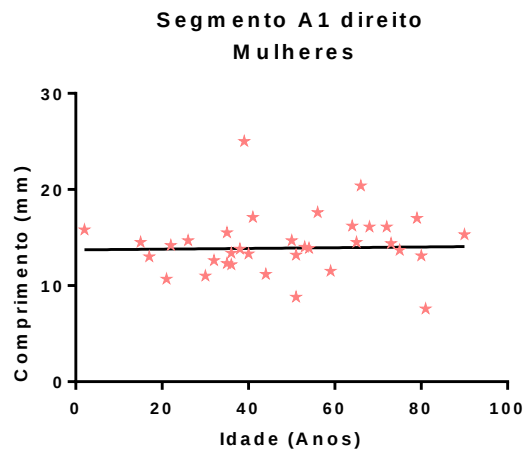


Gráfico 28. Comparação do comprimento do segmento A1 direito da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

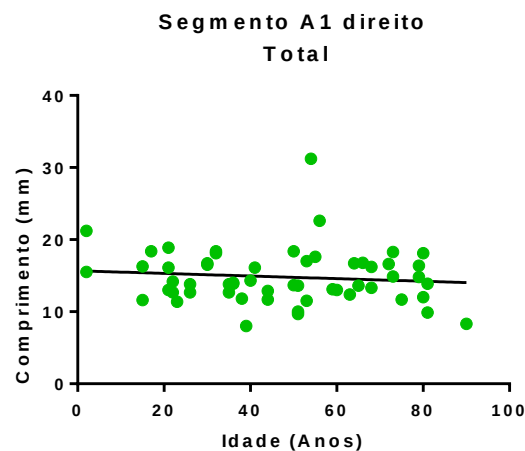


Gráfico 29. Comparação do comprimento do segmento A1 direito da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade de todos dos indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102)

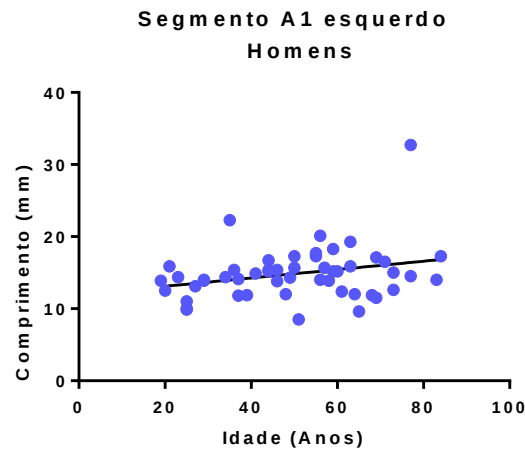


Gráfico 30. Comparação do comprimento do segmento A1 esquerdo da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

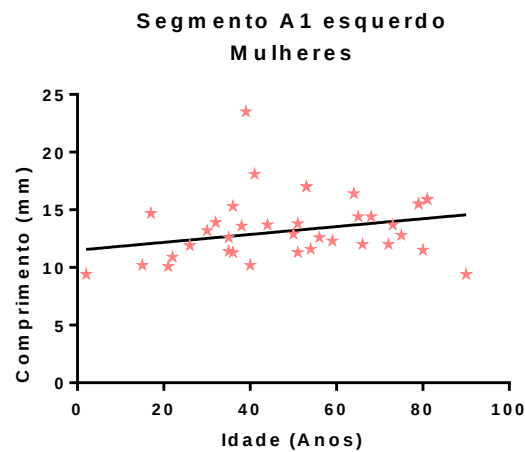


Gráfico 31. Comparação do comprimento do segmento A1 esquerdo da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

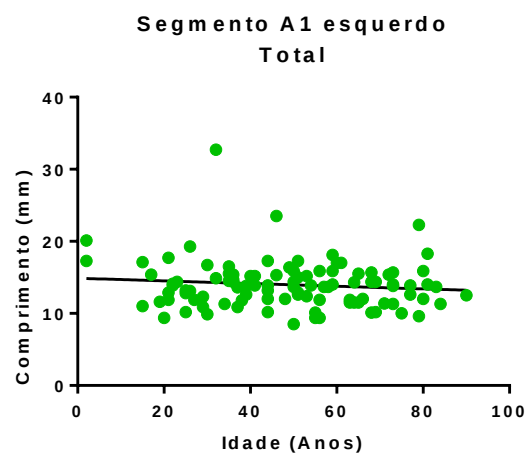


Gráfico 32. Comparação do comprimento do segmento A1 esquerdo da artéria cerebral anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade de todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102)

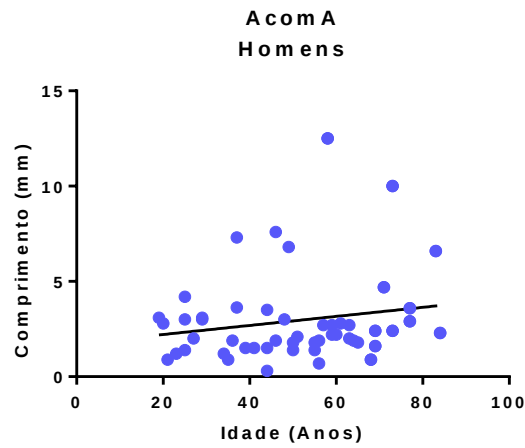


Gráfico 33. Comparação do comprimento da artéria comunicante anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

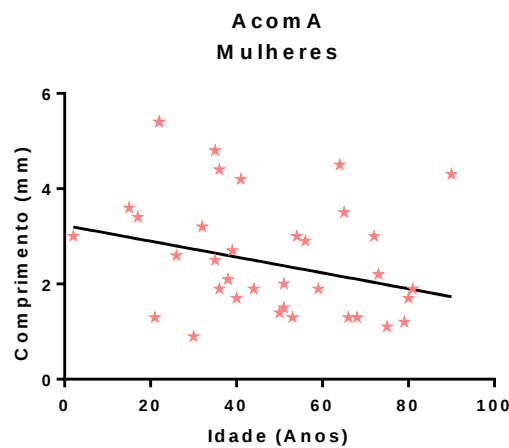


Gráfico 34. Comparação do comprimento da artéria comunicante anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

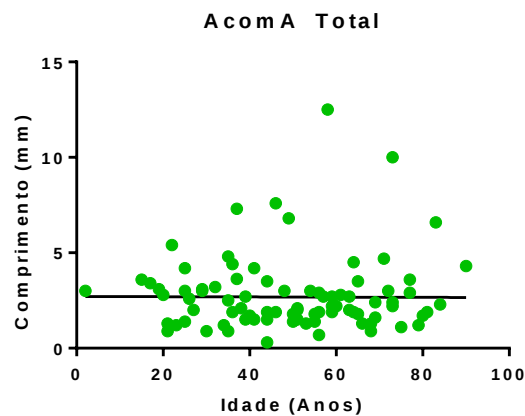


Gráfico 34. Comparação do comprimento da artéria comunicante anterior do círculo arterial cerebral vs. a idade de todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102)

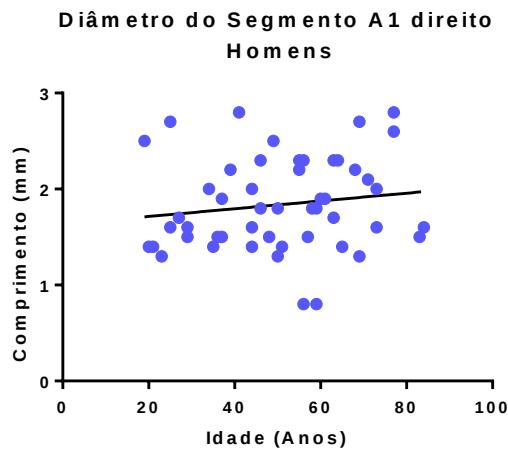


Gráfico 35. Comparação do diâmetro da artéria cerebral anterior, segmento A1 direito, do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

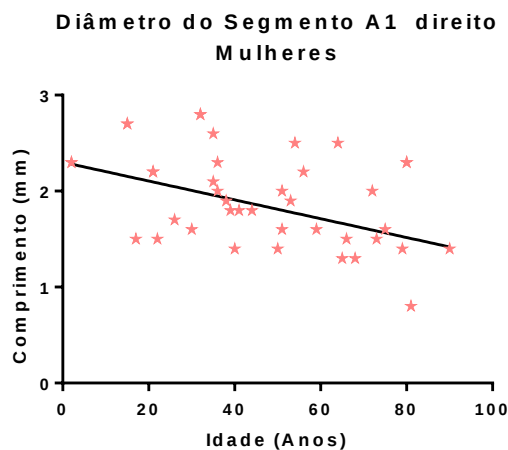


Gráfico 36. Comparação do diâmetro da artéria cerebral anterior, segmento A1 direito, do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

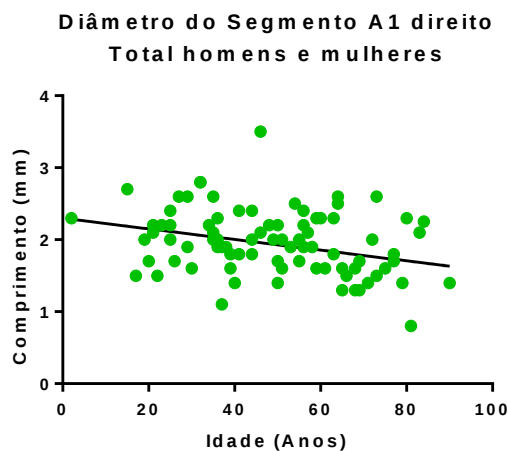


Gráfico 37. Comparação do diâmetro da artéria cerebral anterior, segmento A1 direito, do círculo arterial cerebral vs. a idade de todo os indivíduos do sexo, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102)

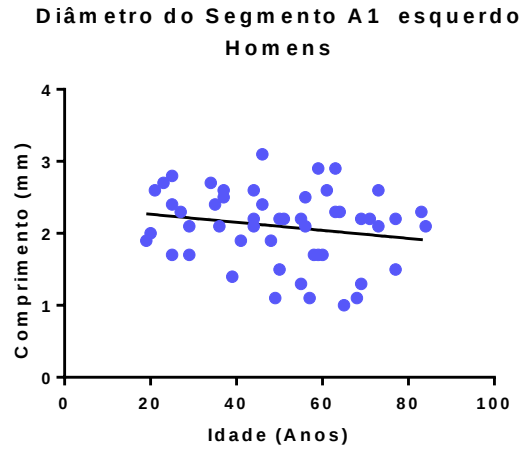


Gráfico 38. Comparação do diâmetro da artéria cerebral anterior, segmento A1 esquerdo, do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo masculino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

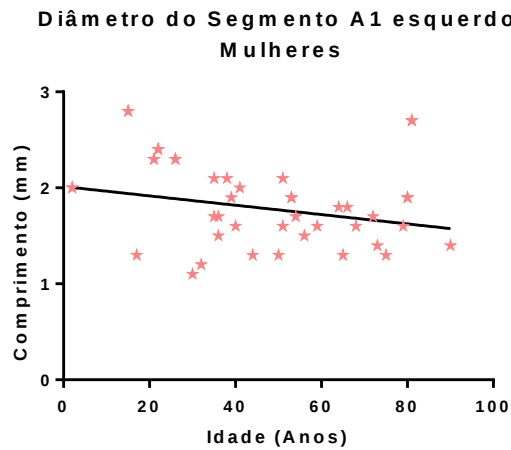


Gráfico 39. Comparação do diâmetro da artéria cerebral anterior, segmento A1 esquerdo, do círculo arterial cerebral vs. a idade dos indivíduos do sexo feminino, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=51)

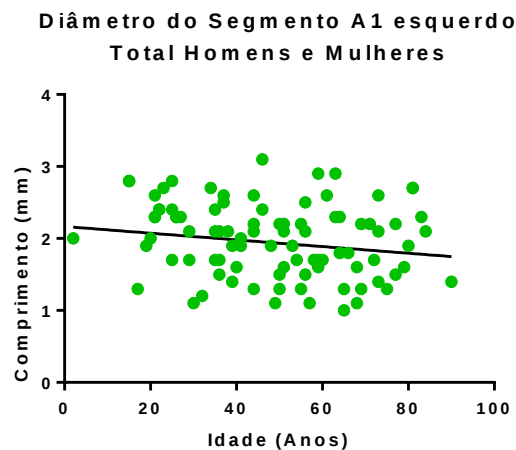


Gráfico 40. Comparação do diâmetro da artéria cerebral anterior, segmento A1 direito, do círculo arterial cerebral vs. a idade de todos os indivíduos, analisados através dos exames de angiografia por ressonância magnética (n=102)

Tabela 12. Comparação das medidas dos comprimentos, em milímetros, de todos os segmentos do círculo arterial cerebral entre homens e mulheres

Segmento Arterial	Homens N=51			Mulheres N=51			p valor
	$\bar{X} \pm DP$	Mediana	Mínimo - Máximo	$\bar{X} \pm DP$	Mediana	Mínimo – Máximo	
Artéria cerebral posterior-P1 direita	8,4±3,2	8,3	(2,8-24,3)	8,0±3,3	7,8	(4,1-16)	0,7
Artéria cerebral posterior-P1 esquerda	9,1±3,0	8,1	(4,2-16,9)	8,2±2,9	7,3	(3,5-18,2)	0,1
Artéria comunicante posterior direita	12,5±5,1	12,2	(5,2-35,2)	9,4±3,2	8,4	(5,5-20,2)	<0,001
Artéria comunicante posterior esquerda	9,5±3,9	9,1	(3,5-26,4)	8,5±3,4	7,8	(1,9-17,4)	0,12
Segmento carotídeo direito	4,9±2,6	4,4	(1,3-12)	4,4±1,8	4,5	(1,7-9,3)	0,61
Segmento Carotídeo esquerdo	4,0±2,2	3,3	(1,4-13)	3,8±1,9	3,6	(1,6-9,7)	0,88
Segmento A1 direito	14,9±3,9	14,2	(8-31,2)	13,9±3,0	14	(7,6-20)	0,13
Segmento A1 esquerdo	14,8±3,7	14,4	(8,5-32,7)	13,1±2,6	12,9	(9,4-23,5)	0,002
Artéria comunicante anterior	2,9±2,3	2,2	(0,3-12,5)	2,4±1,2	2	(0,9-5,4)	0,6
Diâmetro segmento A1 direito	2,0±0,4	2	(1,1-3,5)	1,8±0,5	1,8	(0,8-2,8)	0,01
Diâmetro segmento A1 esquerdo	2,1±0,5	2,2	(1-3,1)	1,7±0,4	1,7	(1,1-2,8)	0,001
Medida do círculo arterial completo	80,7±14,2	77,7	(62,5-140,1)	71,8±9,1	69	(60,5-97)	<0,001

Tabela 13. Variações morfológicas distribuídas pela classificação etária

Idade (Anos)	Hipoplasia A1		Padrão Fetal ACP		Hipoplasia A1 ou Padrão Fetal ACP		Hipoplasia A1 e/ou Padrão Fetal ACP	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher
18-37	28/80(35%)	18/100(18%)	14/80(17%)	46/100(46%)	03/80(4%)	10/100(10%)	45/80(56%)	74/100(74%)
38-57	36/126(28%)	27/114(24%)	26/126(21%)	45/114(39%)	17/126(13%)	13/114(11%)	79/126(63%)	85/114(74%)
Acima de 57	54/120(45%)	30/108(28%)	26/120(22%)	35/108(32%)	14/120(12%)	12/108(11%)	94/120(78%)	77/108(71%)
P valor	0,026	0,243	0,765	0,329	0,071	0,942	0,002	0,844

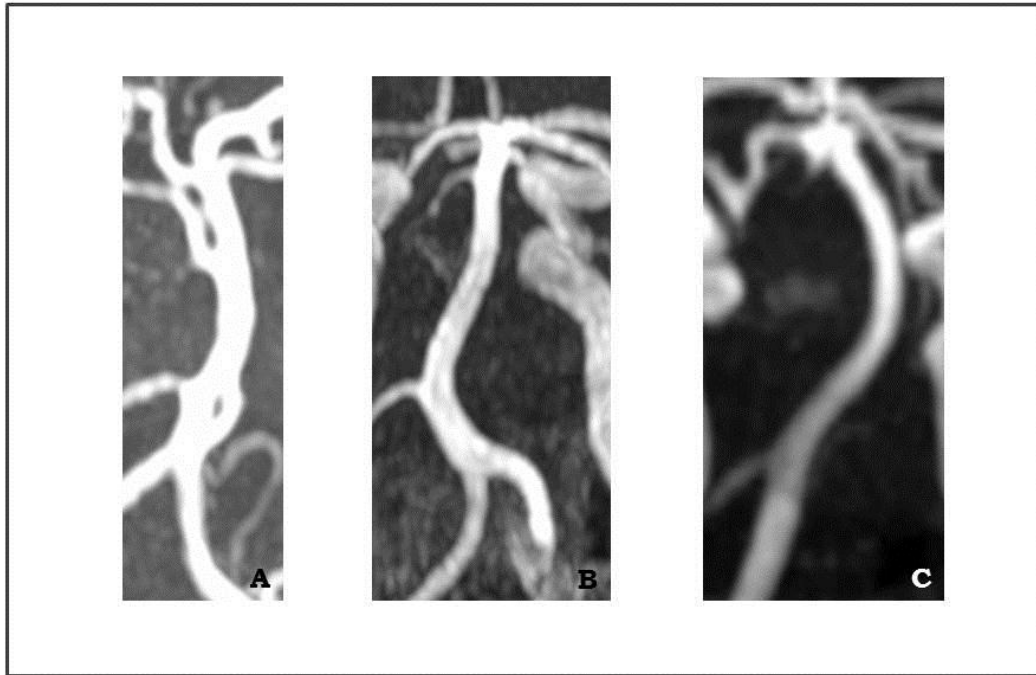


Figura 12– a. Basilar. Figura A. a. Basilar de indivíduo do sexo masculino com 23 anos. Figura B: a. Basilar de indivíduo do sexo feminino com 45 anos. Figura C: a. Basilar de indivíduo do sexo masculino com 72 anos.

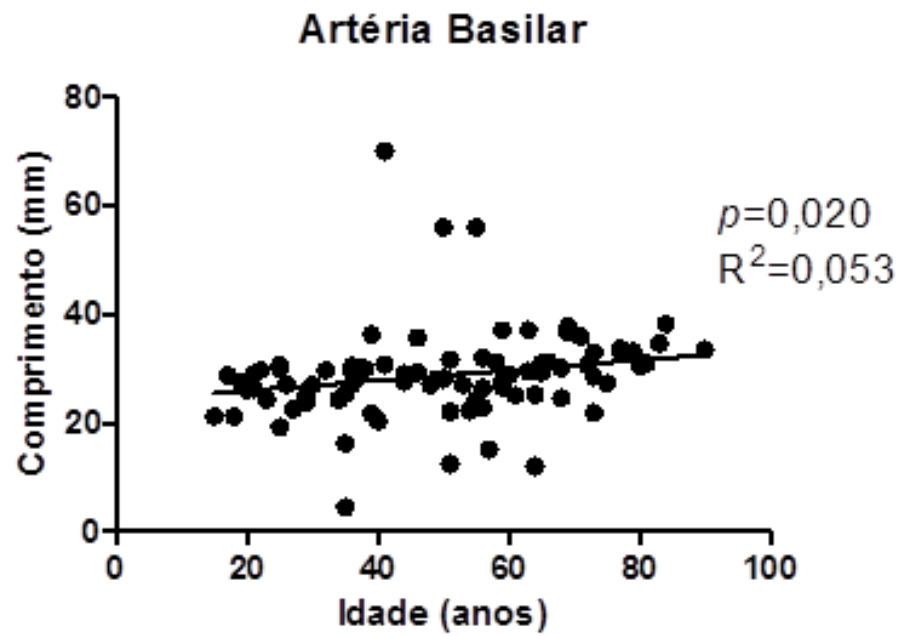


Gráfico 41. Comprimento da a. Basilar, em milímetros vs. Idade de todos os indivíduos

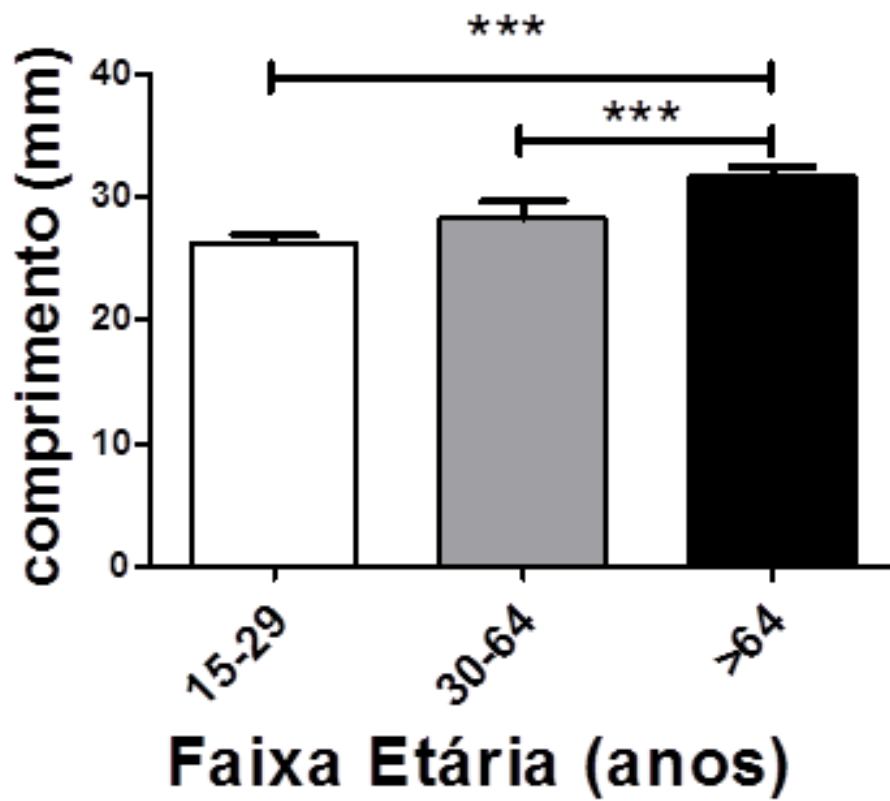


Gráfico 42. Comprimento da a. Basilar, em milímetros vs. Idade dos indivíduos divididos por categorias. *** valor de $p < 0,001$

Tabela 14. Frequência de padrão fetal da artéria cerebral posterior, em angiografia por ressonância magnética encontradas na literatura

Autor / Ano de publicação	Tipo de exame	Sem Variações			Padrão Fetal		
		Homens	Mulheres	Ambos	Homens	Mulheres	Ambos
(Horikoshi <i>et al.</i> , 2002)	ARM	131/196 (67%)	137/238 (58%)	-	43/196(22%)	85/238 (36%)	-
(Silva Neto <i>et al.</i> , 2012)	ARM	-	-	-	-	-	36/414(9%)
(Hartkamp <i>et al.</i> , 1999)	ARM	-	-	94/175(54%)	-	-	11/183(6%)
(Tanaka, 2006)	ARM	-	-	105/117(90%)	-	-	6/120(5%)
(Malamateniou <i>et al.</i> , 2009)	ARM	-	-	27/65 (41%)	-	-	58/130(45%)

Tabela 15. Frequência de padrão fetal da artéria cerebral posterior, por dissecação, encontradas na literatura

Autor / Ano de publicação	Tipo de exame	Sem Variações			Padrão Fetal		
		Homens	Mulheres	Ambos	Homens	Mulheres	Ambos
(Eftekhari <i>et al.</i> , 2006)	Dissecação	29/103(28%)	-	-	7/100(7%)	-	-
(Overbeek, 1991)	Dissecação	-	-	31/53(58%)	-	-	22/54(41%)
(Iqbal, 2013)	Dissecação	-	-	24/50(48%)	-	-	6/50(12%)
(Hashemi <i>et al.</i> , 2013)	Dissecação	-	-	69/203(34%)	-	-	1/200(0,5%)
(Caruso <i>et al.</i> , 1991)	Dissecação	-	-	60/100(60%)	-	-	23/100(23%)
(Kayembe <i>et al.</i> , 1984)	Dissecação	-	-	67/176(38%)	-	-	64/178(36%)
(Manninen <i>et al.</i> , 2009)	Dissecação	-	-	19/90(21%)	-	-	5/100(5%)
(Papantchev <i>et al.</i> , 2007)	Dissecação	-	-	57/98(58%)	-	-	9/100(9%)
(De Silva <i>et al.</i> , 2011)	Dissecação	-	-	32/228(14%)	-	-	10/200(5%)
(Puchades-Orts, 1975)	Dissecação	-	-	64/124(52%)	-	-	14/36(11%)

Tabela 16. Frequência da hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior, em angiografia por ressonância magnética encontradas na literatura

Autor/ Ano de publicação	Tipo de exame	Sem alterações			Hipoplasia A1		
		Homens	Mulheres	Ambos	Homens	Mulheres	Ambos
(Horikoshi <i>et al.</i> , 2002)	ARM	131/196(67%)	137/238(58%)	-	35/196(18%)	32/238(13%)	-
(Hartkamp <i>et al.</i> , 1999)	ARM	-	-	134/176(76%)	-	-	39/177(22%)
(Tanaka, 2006)	ARM	-	-	105/117(90%)	-	-	6/120(5%)
(Malamateniou <i>et al.</i> , 2009)	ARM	-	-	27/65 (41%)	-	-	6/130 (5%)
(Silva Neto <i>et al.</i> , 2012)	ARM	-	-	-	-	-	36/414(12%)

Tabela 17. Frequência da hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior por dissecação, encontradas na literatura

Autor / Ano de publicação	Tipo de exame	Sem alterações			Hipoplasia A1		
		Homens	Mulheres	Ambos	Homens	Mulheres	Ambos
(Eftekhari <i>et al.</i> , 2006)	Dissecação	29/103(28%)	NI*	-	1/111(0,9%)	NI*	-
(Iqbal, 2013)	Dissecação	-	-	24/50(48%)	-	-	4/50(8%)
(Hashemi <i>et al.</i> , 2013)	Dissecação	-	-	69/203(34%)	-	-	9/225(4%)
(Quintero-Oliveros, 2009)	Dissecação	-	-	16(17%)	-	-	26(33%)
(Kayembe <i>et al.</i> , 1984)	Dissecação	-	-	67/176(38%)	-	-	26/185(14%)
(Papantchev <i>et al.</i> , 2007)	Dissecação	-	-	57/98(58%)	-	-	3/100(3%)
(De Silva <i>et al.</i> , 2011)	Dissecação	-	-	32/228(14%)	-	-	15/214(7%)
(Puchades-Orts, 1975)	Dissecação	-	-	64/123(52%)	-	-	8/133(6%)

Tabela 18. Frequência da hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior e padrão fetal da artéria cerebral posterior por angiografia e dissecação, encontradas na literatura

Variações Morfológicas	Tipo de estudo		Total
Padrão Fetal*	ARM	239/1281	400/2399(17%)
	Dissecação	161/1118	
Hipoplasia de A1†	ARM	167/1275	235/2299(10%)
	Dissecação	68/1024	

*Incluindo todos os estudos: (Puchades-Orts, 1975; Kayembe *et al.*, 1984; Caruso *et al.*, 1991; Overbeek, 1991; Hartkamp *et al.*, 1999; Horikoshi *et al.*, 2002; Eftekhari *et al.*, 2006; Tanaka, 2006; Papantchev *et al.*, 2007; Malamateniou *et al.*, 2009; Manninen *et al.*, 2009; De Silva *et al.*, 2011; Hashemi *et al.*, 2013; Iqbal, 2013) †Incluindo todos os estudos: (Puchades-Orts, 1975; Kayembe *et al.*, 1984; Hartkamp *et al.*, 1999; Horikoshi *et al.*, 2002; Eftekhari *et al.*, 2006; Tanaka, 2006; Papantchev *et al.*, 2007; Malamateniou *et al.*, 2009; Quintero-Oliveros, 2009; De Silva *et al.*, 2011; Silva Neto *et al.*, 2012; Hashemi *et al.*, 2013; Iqbal, 2013)

5. DISCUSSÃO

No presente estudo, as variações morfológicas do círculo arterial cerebral foram classificadas e comparadas com os resultados de estudos prévios similares, **Tabelas 14-18.**

Neste trabalho foi comprovado que os homens apresentam mais hipoplasia de A1 do que as mulheres e que a persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior ocorre mais nos indivíduos do sexo feminino. Além disso, foi observado que o círculo arterial cerebral dos homens foi maior que o das mulheres. E, foi possível observar que o tamanho da artéria basilar varia com a idade.

Antes da discussão dos principais achados reportaremos as principais limitações do estudo.

5.1. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Algumas limitações encontradas são as mesmas de outros autores. Um exemplo disso é a análise do diâmetro do vaso. Sabemos que a medida do diâmetro pode variar. Os vasos de cadáveres analisados post-mortem diferem dos vasos submetidos ao formol devido a mudanças na consistência do tecido e preenchimento vascular. Além disso, alguns ramos arteriais podem ser classificados como hipoplásicos devido à mudança do diâmetro com relação ao tempo.

Além disso, selecionamos nossos casos a partir de autópsias feitas em indivíduos com causa de morte natural, mas que tivesse alguma evidência de alguma complicação neurológica, o que é o pré-requisito para que o encéfalo seja analisado pelo médico patologista e, como sabemos indivíduos com complicações neurológicas, apresentam mais variações morfológicas no círculo arterial cerebral (Kapoor *et al.*, 2008).

5.2. A ETIOLOGIA DAS VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS

Os ramos arteriais definitivos se desenvolvem após muitas mudanças nos componentes arteriais na vida intrauterina (Kapoor *et al.*, 2008). As anomalias frequentemente encontradas nesses componentes arteriais são resultantes da persistência de vasos que normalmente desaparecerão na vida adulta (Kapoor *et al.*, 2008).

As variações morfológicas podem ocorrer devido a fatores hemodinâmicos que resultam na ampliação de certos segmentos vasculares devido a grande necessidade de seu desenvolvimento ou, em contrapartida, o mesmo fator pode causar regressão/atenuação ou, frequentemente, a ausência de um vaso (Kapoor *et al.*, 2008). Outra razão para o desenvolvimento das variações pode estar na evolução, pois os ramos arteriais se assemelham com o de animais inferiores (Kapoor *et al.*, 2008).

O círculo arterial cerebral continua a se remodelar em relação ao tamanho relativo de seus componentes vasculares após o nascimento. Isso pode explicar a diferença na incidência de algumas anomalias observadas entre o cérebro na idade fetal e na vida adulta (Kapoor *et al.*, 2008).

Tanto Horikoshi quanto Silva Neto encontraram diferenças estatisticamente significantes ligadas ao sexo e a distribuição de aneurismas intracranianos (Horikoshi *et al.*, 2002; Silva Neto *et al.*, 2012). O gênero é uma origem potencial de diferenças morfológicas. E a causa dessas variações do círculo arterial cerebral é objetivo de muitos estudos.

Para Lazorthes, as variações morfológicas no calibre dos segmentos ocorre devido à amplitude dos movimentos do pescoço ao longo da vida (Lazorthes *et al.*, 1971).

Hillen, em sua análise de 100 círculos arteriais de indivíduos adultos, indicou que as variações morfológicas no círculo arterial se baseiam no delicado mecanismo hemodinâmico de todos os segmentos arteriais e que a ligação entre o diâmetro se referem às mudanças no fluxo sanguíneo nas artérias aferentes durante a movimentação do pescoço (Hillen, 1987).

Van Overbeek examinou o segmento posterior de 53 círculos arteriais completos no período fetal e neonatal, concluindo que as variações nesses

segmentos são resultantes de modificações no desenvolvimento, especialmente com o aumento de demanda funcional em relação com o rápido desenvolvimento do lobo occipital (Overbeek, 1991).

Milenković, baseado em estudos prévios e em suas observações postularam que fatores genéticos, provavelmente, são responsáveis não apenas pelo desenvolvimento do círculo arterial cerebral, mas também pela determinação do calibre arterial. As diferenças desses calibres no círculo arterial cerebral durante toda vida, podem ser resultantes de estresses hemodinâmico ou compressão dos vasos aferentes (Milenković, 1985).

E, a partir do ponto de vista evolutivo, é notável que as variações nas artérias cerebrais pareçam ser igualmente comuns em humanos assim como ocorrer em animais (Eftekhar *et al.*, 2006).

5.3. A RELAÇÃO ENTRE AS VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS E O SEXO

Existe uma estreita relação entre as variações morfológicas no segmento A1 da artéria cerebral anterior e o desenvolvimento de aneurismas da artéria comunicante anterior e essa relação pode ser explicada por mecanismos hemodinâmicos (Horikoshi *et al.*, 2002; Silva Neto *et al.*, 2012).

Tal diferença não encontra explicação clara em estudos, o que questiona o papel das diferenças morfológicas do círculo arterial cerebral entre os sexos interferirem na etiologia hemodinâmica da formação de aneurismas (Horikoshi *et al.*, 2002; Silva Neto *et al.*, 2012).

Quando o fluxo sanguíneo de um território das artérias cerebrais anteriores bilaterais dependem de uma única artéria cerebral anterior, há um aumento do fluxo sanguíneo naquela artéria. Isso causará um estresse de cisalhamento, especialmente na parede arterial da junção da artéria comunicante anterior e o segmento A2, que é o segmento posterior ao segmento A1. O segmento A2 atuará como um divisor de fluxo sanguíneo nessa situação, **Figura 12**, (Horikoshi *et al.*, 2002).

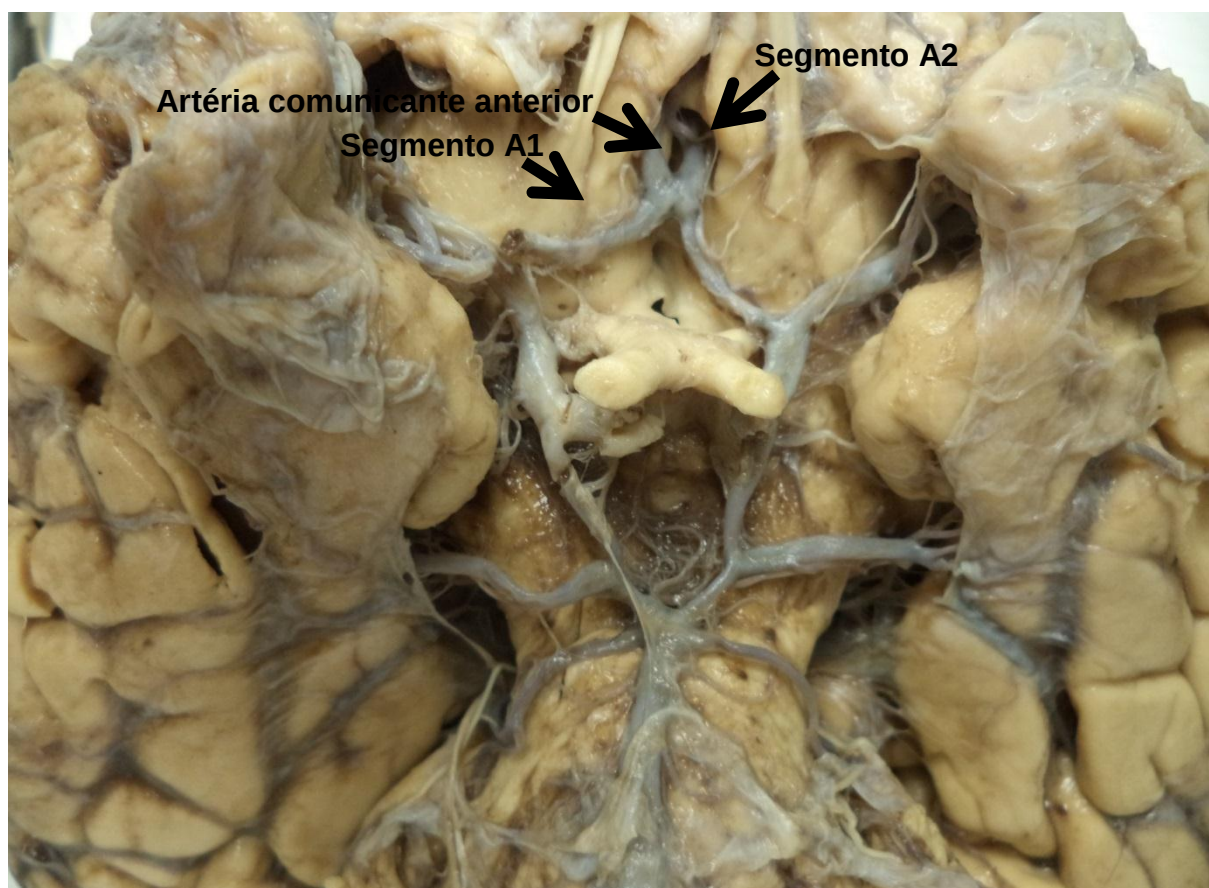


Figura 13. Círculo arterial cerebral evidenciando o segmento anterior

A observação que aneurismas que ocorrem do lado esquerdo da artéria comunicante anterior-junção A2 parece estar relacionada com a predominância do segmento A1 do lado esquerdo (Horikoshi *et al.*, 2002).

É notório que existem diferenças estatisticamente significantes relacionadas ao desenvolvimento de aneurismas na artéria carótida interna proximal em indivíduos com a persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior (Horikoshi *et al.*, 2002).

Quando a artéria cerebral posterior é suprida predominantemente pela artéria carótida interna, isso aumenta o fluxo sanguíneo na artéria carótida interna proximal à artéria comunicante posterior e na própria artéria comunicante posterior, resultando no aumento do estresse de cisalhamento, o qual tende a promover a formação de aneurismas nesses locais (Horikoshi *et al.*, 2002).

Além disso, ocorrerá um fluxo sanguíneo turbulento no sifão carotídeo, o qual pode estar envolvido na formação do aneurisma, mesmo na parede do vaso em relação com a bifurcação (Horikoshi *et al.*, 2002).

O sifão carotídeo mais estreito pode ter relação com a influência hemodinâmica na incidência de aneurismas da artéria comunicante posterior, assim como a presença do tipo fetal de circulação da artéria cerebral posterior (Silva Neto *et al.*, 2012).

A hipoplasia do segmento A1 tem associação com aneurismas da artéria comunicante anterior e uma baixa incidência do tipo fetal da artéria cerebral posterior nesses aneurismas (Silva Neto *et al.*, 2012).

Parece que mecanismos hemodinâmicos podem explicar essa diferença relacionada ao sexo na localização do aneurisma, baseados na diferença morfológicas dos principais ramos cerebrais, pois não há nenhum fator de risco correlacionado no trabalho de Horikoshi (Horikoshi *et al.*, 2002).

Essa diferença ligada ao sexo nas variações morfológicas do círculo arterial cerebral coincide com as diferenças do sexo associadas à formação de aneurismas (Horikoshi *et al.*, 2002). Além disso, essas características podem estar relacionadas, indicando que aneurismas da artéria comunicante anterior têm uma tendência de se desenvolver em homens que tenham a tendência de desenvolver hipoplasia de A1, e aneurismas da artéria carótida interna tendem a se desenvolver em mulheres que

são mais propensas a desenvolver a persistência do padrão fetal da artéria cerebral posterior (Horikoshi *et al.*, 2002; Silva Neto *et al.*, 2012).

O fluxo sanguíneo cerebral diminui com a idade (Horikoshi *et al.*, 2002). Os sinais do fluxo sanguíneo lento podem não ser detectados nas imagens de ressonância magnética (Horikoshi *et al.*, 2002). Inversamente, mudanças no fluxo sanguíneo refletem mudanças mostradas nas imagens de ressonância magnética e podem estar relacionadas com a formação de aneurismas intracranianos, o qual aparece com o aumento da idade (Horikoshi *et al.*, 2002).

Um dos diferenciais deste estudo foi a discussão sobre a classificação de hipoplasia de A1. Para Fisher, um ramo arterial de até 1 mm de diâmetro pode irrigar uma pequena área cerebral, menos que isso, há dificuldades para se conseguir um adequado suprimento sanguíneo (Fisher, 1965).

Nosso estudo não se baseou nessa classificação de hipoplasia. Acreditamos que o conceito de hipoplasia não deve se basear na diferença de diâmetro de um vaso, mas em como esse diâmetro vascular se comporta em relação ao seu ramo contralateral, pois o círculo arterial cerebral pode ser considerado fisiologicamente completo e anatomicamente incompleto.

Além disso, acreditamos que é importante a consideração do segmento carotídeo como constituinte do círculo arterial cerebral, e a partir desse entendimento, pode-se realizar a medida do círculo arterial completo, podendo demonstrar que os círculos arteriais cerebrais dos homens são maiores que os das mulheres.

Além disso, foi possível observar que a artéria basilar, apesar de não constituir o círculo arterial cerebral, é maior em indivíduos com idade acima de 64 anos em relação a indivíduos com menos de 25 anos de idade.

6. CONCLUSÃO

Existem diferenças no comprimento do círculo arterial cerebral entre homens e mulheres. Além disso, os diâmetros segmentos A1 de homens e mulheres variam de acordo com a idade.

A hipoplasia do segmento A1 da artéria cerebral anterior é mais frequente nos homens e nas mulheres há uma maior frequência do padrão fetal da artéria cerebral posterior.

As angiografias por ressonância magnética mostram que os indivíduos com mais de 64 anos possuem a artéria basilar maiores do que indivíduos do grupo controle e indivíduos com idades entre 30-64 anos. Concluindo, existem diferenças no comprimento da artéria basilar de acordo com a idade.

Sugere-se que o padrão fetal da artéria cerebral posterior é uma variação congênita.

REFERÊNCIAS

- ABD ALLAH, F. et al. Feasibility and validation of spinal cord vasculature imaging using high resolution ultrasound. **J Vasc Surg**, v. 56, n. 3, p. 637-43, Sep 2012. ISSN 1097-6809 (Electronic)
0741-5214 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22579132> >.
- ALNAES, M. S. et al. Computation of hemodynamics in the circle of Willis. **Stroke**, v. 38, n. 9, p. 2500-5, Sep 2007. ISSN 1524-4628 (Electronic)
0039-2499 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17673714> >.
- ARRAEZ-AYBAR, L. A. et al. Thomas Willis, a pioneer in translational research in anatomy (on the 350th anniversary of Cerebri anatome). **J Anat**, v. 226, n. 3, p. 289-300, Mar 2015. ISSN 1469-7580 (Electronic)
0021-8782 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25688933> >.
- BAGGOTT, C. D.; AAGAARD-KIENITZ, B. Cerebral vasospasm. **Neurosurg Clin N Am**, v. 25, n. 3, p. 497-528, Jul 2014. ISSN 1558-1349 (Electronic)
1042-3680 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24994087> >.
- CARON, L. Thomas Willis, the Restoration and the First Works of Neurology. **Med Hist**, v. 59, n. 4, p. 525-53, Oct 2015. ISSN 2048-8343 (Electronic)
0025-7273 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26352303> >.
- CARUSO, G. et al. Anomalies of the P1 segment of the posterior cerebral artery: early bifurcation or duplication, fenestration, common trunk with the superior cerebellar artery. **Acta Neurochir (Wien)**, v. 109, n. 1-2, p. 66-71, 1991. ISSN 0001-6268 (Print)
0001-6268 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2068971> >.
- CHIMOWITZ, M. I. et al. Design of the stenting and aggressive medical management for preventing recurrent stroke in intracranial stenosis trial. **J Stroke Cerebrovasc Dis**, v. 20, n. 4, p. 357-68, Jul-Aug 2011. ISSN 1532-8511 (Electronic)
1052-3057 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21729789> >.
- CHUANG, Y. M. et al. Posterior communicating artery hypoplasia as a risk factor for acute ischemic stroke in the absence of carotid artery occlusion. **J Clin Neurosci**, v. 15, n. 12, p. 1376-81, Dec 2008. ISSN 0967-5868 (Print)
0967-5868 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18945618> >.
- CUCCHIARA, B. et al. Migraine with aura is associated with an incomplete circle of willis: results of a prospective observational study. **PLoS One**, v. 8, n. 7, p. e71007, 2013. ISSN 1932-6203 (Electronic)
1932-6203 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23923042> >.
- DE SILVA, K. R. et al. Types of the cerebral arterial circle (circle of Willis) in a Sri Lankan population. **BMC Neurol**, v. 11, p. 5, 2011. ISSN 1471-2377 (Electronic)
1471-2377 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21241482> >.

EFTEKHAR, B. et al. Are the distributions of variations of circle of Willis different in different populations? - Results of an anatomical study and review of literature. **BMC Neurol**, v. 6, p. 22, 2006. ISSN 1471-2377 (Electronic)
1471-2377 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16796761> >.

ELIAS, A. E. et al. Intracranial endovascular balloon test occlusion: indications, methods, and predictive value. **Neuroimaging Clin N Am**, v. 23, n. 4, p. 695-702, Nov 2013. ISSN 1557-9867 (Electronic)
1052-5149 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24156859> >.

ESLER, M. Sympathetic nervous system moves toward center stage in cardiovascular medicine: from Thomas Willis to resistant hypertension. **Hypertension**, v. 63, n. 3, p. e25-32, Mar 2014. ISSN 1524-4563 (Electronic)
0194-911X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24420544> >.

FISHER, C. M., V.2, P. The Circle of Willis: Anatomical Variations. . **Vasc Dis**, v. 2, p. 99-105, 1965.

HARTKAMP, M. J. et al. Circle of Willis collateral flow investigated by magnetic resonance angiography. **Stroke**, v. 30, n. 12, p. 2671-8, Dec 1999. ISSN 0039-2499 (Print)
0039-2499 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10582995> >.

HASHEMI, S. M.; MAHMOODI, R.; AMIRJAMSHIDI, A. Variations in the Anatomy of the Willis' circle: A 3-year cross-sectional study from Iran (2006-2009). Are the distributions of variations of circle of Willis different in different populations? Result of an anatomical study and review of literature. **Surg Neurol Int**, v. 4, p. 65, 2013. ISSN 2229-5097 (Print)
2152-7806 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23772335> >.

HENDERSON, R. D. et al. Angiographically defined collateral circulation and risk of stroke in patients with severe carotid artery stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) Group. **Stroke**, v. 31, n. 1, p. 128-32, Jan 2000. ISSN 0039-2499 (Print)
0039-2499 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10625727> >.

HILLEN, B. The variability of the circulus arteriosus (Willisii): order or anarchy? **Acta Anat (Basel)**, v. 129, n. 1, p. 74-80, 1987. ISSN 0001-5180 (Print)
0001-5180 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3618101> >.

HOKSBERGEN, A. W. et al. Assessment of the collateral function of the circle of Willis: three-dimensional time-of-flight MR angiography compared with transcranial color-coded duplex sonography. **AJNR Am J Neuroradiol**, v. 24, n. 3, p. 456-62, Mar 2003. ISSN 0195-6108 (Print)
0195-6108 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12637297> >.

HORIKOSHI, T. et al. Magnetic resonance angiographic evidence of sex-linked variations in the circle of willis and the occurrence of cerebral aneurysms. **J Neurosurg**, v. 96, n. 4, p. 697-703, Apr 2002. ISSN 0022-3085 (Print)
0022-3085 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11990810> >.

IQBAL, S. A comprehensive study of the anatomical variations of the circle of willis in adult human brains. **J Clin Diagn Res**, v. 7, n. 11, p. 2423-7, Nov 2013. ISSN 2249-782X (Print) 0973-709X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24392362> >.

KALANI, M. Y. et al. Endovascular treatment of cerebral arteriovenous malformations. **Neuroimaging Clin N Am**, v. 23, n. 4, p. 605-24, Nov 2013. ISSN 1557-9867 (Electronic) 1052-5149 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24156853> >.

KAPOOR, K.; SINGH, B.; DEWAN, L. I. Variations in the configuration of the circle of Willis. **Anat Sci Int**, v. 83, n. 2, p. 96-106, Jun 2008. ISSN 1447-6959 (Print) 1447-073X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18507619> >.

KAYEMBE, K. N.; SASAHARA, M.; HAZAMA, F. Cerebral aneurysms and variations in the circle of Willis. **Stroke**, v. 15, n. 5, p. 846-50, Sep-Oct 1984. ISSN 0039-2499 (Print) 0039-2499 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6474536> >.

KIELTYKA-KURC, A.; FRACKOWIAK, H.; BRUDNICKI, W. The arteries of brain base in species of the cervid family. **Anat Rec (Hoboken)**, v. 298, n. 4, p. 735-40, Apr 2015. ISSN 1932-8494 (Electronic) 1932-8486 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25399744> >.

LAZORTHES, G. et al. [The modelling of the circle of Willis. Role of compressions of the afferent arterial tracts in the movements of the cervical spine and the cephalic extremity]. **Neurochirurgie**, v. 17, n. 5, p. 361-78, Sep-Oct 1971. ISSN 0028-3770 (Print) 0028-3770 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5002933> >.

MACCHI, C. et al. Magnetic resonance angiographic evaluation of circulus arteriosus cerebri (circle of Willis): a morphologic study in 100 human healthy subjects. **Ital J Anat Embryol**, v. 101, n. 2, p. 115-23, Apr-Jun 1996. ISSN 1122-6714 (Print) 1122-6714 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8997907> >.

MALAMATENIOU, C. et al. The anatomic variations of the circle of Willis in preterm-at-term and term-born infants: an MR angiography study at 3T. **AJNR Am J Neuroradiol**, v. 30, n. 10, p. 1955-62, Nov 2009. ISSN 1936-959X (Electronic) 0195-6108 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19643922> >.

MANNINEN, H. et al. How often does an incomplete circle of Willis predispose to cerebral ischemia during closure of carotid artery? Postmortem and clinical imaging studies. **Acta Neurochir (Wien)**, v. 151, n. 9, p. 1099-105, Sep 2009. ISSN 0942-0940 (Electronic) 0001-6268 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19649564> >.

MILENKOVIĆ, Z. V., R.; PUZIC, M. Asymmetry and anomalies of the circle of Willis in fetal brain. Microsurgical study and functional remarks. **Surgical neurology**, v. 24, p. 563-570, 1985.

MOLNAR, Z. Thomas Willis (1621-1675), the founder of clinical neuroscience. **Nat Rev Neurosci**, v. 5, n. 4, p. 329-35, Apr 2004. ISSN 1471-003X (Print) 1471-003X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15034557> >.

O'BRIEN, W. T., SR.; VAGAL, A. S.; CORNELIUS, R. S. Applications of computed tomography angiography (CTA) in neuroimaging. **Semin Roentgenol**, v. 45, n. 2, p. 107-15, Apr 2010. ISSN 1558-4658 (Electronic) 0037-198X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20171342> >.

OVERBEEK, J. J. V., HILLEN, B. AND TULLEKEN, C. A. F. . A comparative study of the circle of Willis in fetal and adult life. The configuration of the posterior bifurcation of the posterior communicating artery. v. 176, p. 45-54, 1991.

PAPANTCHEV, V. et al. Some variations of the circle of Willis, important for cerebral protection in aortic surgery--a study in Eastern Europeans. **Eur J Cardiothorac Surg**, v. 31, n. 6, p. 982-9, Jun 2007. ISSN 1010-7940 (Print) 1010-7940 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17448672> >.

PAPANTCHEV, V. et al. The role of Willis circle variations during unilateral selective cerebral perfusion: a study of 500 circles. **Eur J Cardiothorac Surg**, v. 44, n. 4, p. 743-53, Oct 2013. ISSN 1873-734X (Electronic) 1010-7940 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23471152> >.

PUCHADES-ORTS, M., NOMBELA-GOMEZ, M., ORTUNO-PACHECO, G. Variation in Form of Circle of Willis: Some Anatomical and Embryological Considerations. **Anat. Rec.**, v. 185, p. 119-124, 1975.

QUINTERO-OLIVEROS, S. T., BALLESTEROS-ACUÑA, L.E., AYALA-PIMENTEL, J.O., FORERO-PORRAS, P.L. . Características morfológicas de aneurimas cerebrales del polígono de Willis: estudio anatómico directo. . **Neurocirugía**, v. 20, p. 110-116, 2009.

RHOTON, A. L., JR. The supratentorial arteries. **Neurosurgery**, v. 51, n. 4 Suppl, p. S53-120, Oct 2002. ISSN 0148-396X (Print) 0148-396X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12234447> >.

RIGGS, H. E.; RUPP, C. Variation in form of circle of Willis. The relation of the variations to collateral circulation: anatomic analysis. **Arch Neurol**, v. 8, p. 8-14, Jan 1963. ISSN 0003-9942 (Print) 0003-9942 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13973856> >.

SAIKIA, B. Circle of Willis : variant forms and their embryology using gross dissection and magnetic resonance angiography. **International Journal of Anatomy and Research**, v. 2, p. 344-53, 2014. ISSN 2321-4287.

SILVA NETO, A. R.; CAMARA, R. L.; VALENCA, M. M. Carotid siphon geometry and variants of the circle of Willis in the origin of carotid aneurysms. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 70, n. 12, p. 917-21, Dec 2012. ISSN 1678-4227 (Electronic) 0004-282X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23295418> >.

STOJANOVIC, N. et al. Analysis of the symmetric configuration of the circle of Willis in a series of autopsied corpses. **Vojnosanit Pregl**, v. 72, n. 4, p. 356-60, Apr 2015. ISSN 0042-8450 (Print) 0042-8450 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26040182> >.

TANAKA, H., FUJITA, N., ENOKI, T., MATSUMOTO, K., WATANABE, Y., MURASE, K., NAKAMURA, H. . Relationship between variations in the circle of Willis and flow rates in internal carotid and basilar arteries determined by means of magnetic resonance imaging with semiautomated lumen segmentation: reference data from 125 health volunteers. . **AM J. Neuroradiol**, v. 27, p. 1170-75, 2006.

USTUN, C. NEUROwords Dr. Thomas Willis' famous eponym: the circle of Willis. **J Hist Neurosci**, v. 14, n. 1, p. 16-21, Mar 2005. ISSN 0964-704X (Print) 0964-704X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15804755> >.

VALENCA, M. M. "Sit back, observe, and wait." Or is there a pharmacologic preventive treatment for cerebral aneurysms? **Neurosurg Rev**, v. 36, n. 1, p. 1-9; discussion 9-10, Jan 2013. ISSN 1437-2320 (Electronic) 0344-5607 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23070279> >.

WILLIAMS, A. N.; SUNDERLAND, R. Thomas Willis: the first paediatric neurologist? **Arch Dis Child**, v. 85, n. 6, p. 506-9, Dec 2001. ISSN 1468-2044 (Electronic) 0003-9888 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11719347> >.