

BONNO VAN BELLEN

DERIVAÇÕES ARTERIAIS ABAIXO DO LIGAMENTO INGUINAL
O USO DO DOPPLER ULTRA-SOM PARA REALIZAÇÃO
DO TESTE DA PAPAVERINA NA AVALIAÇÃO PER-OPERATÓRIA
E
PARÂMETROS PROGNÓSTICOS DE PERVIDEIDADE

TESE APRESENTADA À FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
PARA CONCURSO DE LIVRE DOCÊNCIA
NA ÁREA DE MOLÉSTIAS VASCULARES PERIFÉRICAS
DO DEPARTAMENTO DE CIRURGIA

CAMPINAS 1986

À MANUELA, PELA PACIÊNCIA, ESTÍMULO E COMPREENSÃO.

AO EDWIN, PELA COMPANHIA EM MUITAS NOITES DE TRABALHO.

À VIVIAN, PELA GRAÇA QUE IMPRIME ÀS HORAS DEBRUÇADAS.

A MINHA MÃE, PELO CARINHO E ORGULHO.

A MEU PAI, CUJA MEMÓRIA ME ESTIMULA,

ORIENTA E IMPULSIONA.

AGRADECIMENTOS

A realização deste estudo é fruto da cooperação de muitos. Os manifestos agradecimentos a alguns se devem à sua participação mais marcante por terem estado mais próximos das atividades.

Ao Dr. Wolfgang G.W. Zorn, meu associado, amigo, companheiro, quase irmão.

Ao Dr. Paulo Eduardo G. Braga por sua ajuda e entusiasmo em todas as atividades e pelos desenhos que compõem as ilustrações desse trabalho.

Aos Dr. Adilson F. Paschôa, Ricardo Martucci, Gilberto Silva e Gilberto Rabahie, estagiários do Serviço de Cirurgia Vascular Periférica e Angiologia do Hospital São Joaquim durante o desenvolvimento desse trabalho.

Aos colegas anestesiólogistas que sempre demonstraram competência, paciência e compreensão durante os eventuais percal-

ços dos procedimentos cirúrgicos.

Ao Dr. José Shnaider, Diretor Clínico do Hospital São Joaquim da Real e Benemérita Sociedade Portuguesa de Beneficência por seu apoio ao nosso trabalho profissional.

Ao Dr. Antonio Ermírio de Moraes, Presidente do Conselho do Hospital São Joaquim da Real e Benemérita Sociedade Portuguesa de Beneficência pelo apoio no correr dos muitos anos de nossa atividade.

Aos Drs. Domingos Guerino Silva e Lannes Alberto de V. Oliveira por sua inestimável ajuda e participação no estudo experimental que compõe esse trabalho.

Aos técnicos radiologistas pela competência profissional com que realizaram os exames radiológicos per-operatórios.

Ao Prof. Dr. John C. Lane, cujo apoio, estímulo e entusiasmo atuaram como mola mestra para a realização desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Emil Buriham em cujo exemplo e estímulo tanto nos apoiamos.

Aos pacientes que são a essência de toda nossa atividade.

ESTE TRABALHO FOI REALIZADO NO HOSPITAL SÃO JOAQUIM DA REAL E BENEMÉRITA SOCIEDADE PORTUGUESA DE BENEFICÊNCIA DE SÃO PAULO, SERVIÇO DE CIRURGIA VASCULAR PERIFÉRICA E ANGIOLOGIA E NO INSTITUTO DANTE PAZZANESE DE CARDIOLOGIA, LABORATÓRIO DE CIRURGIA EXPERIMENTAL.

<u>ÍNDICE</u>	PÁG.
1. INTRODUÇÃO	.1
2. SINOPSE DA LITERATURA	.7
3. MATERIAL E MÉTODOS	.18
3.1. CASUÍSTICA	.18
3.2. TÉCNICA OPERATÓRIA	.28
3.3. VELOCÍMETRO DOPPLER ULTRA-SOM	.34
3.4. FLUXÔMETRO ELETROMAGNÉTICO	.43
3.5. ESTUDO EXPERIMENTAL	.47
4. RESULTADOS	.52
4.1. ESTUDO DA VELOCIDADE DOPPLER-DERIVADA PER-OPERATÓRIA	.52
4.2. ESTUDO ANGIOGRÁFICO PER-OPERATÓRIO	.53
4.3. SEGUIMENTO CLÍNICO - PERVIDADE DA DERIVAÇÃO	.53
4.4. RESULTADOS COMPARATIVOS	.55
5. DISCUSSÃO	.64
6. CONCLUSÕES	.85
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.87

1. INTRODUÇÃO

A indicação precisa da cirurgia vascular restauradora das obstruções arteriais inclui a adequada seleção dos pacientes com base em aspectos sintomáticos, resultados de exames funcionais hemodinâmicos e angiográficos, visando obter o produto mais favorável entre riscos de insucesso e chances de êxito.

Apesar de toda experiência clínico-cirúrgica acumulada no decorrer dos anos, os índices de perviedade das derivações arteriais abaixo do ligamento inguinal não conseguem se equivaler, a curto, médio e longo prazo àqueles obtidos em derivações de artérias de maior calibre como as do segmento aorto-iliaco. Os resultados desfavoráveis resultam de uma série de fatores que ocorrem com maior frequência em períodos razoavelmente estanques da história natural da deriva-

ção e assumem maior importância nas artérias de menor calibre.

Admite-se que dentro do primeiro mês a trombose de corra, na maior parte das vezes, de problemas eminentemente técnicos, seja relacionados com o procedimento em sí, seja com indicação cirúrgica inadequada. Entre o primeiro e o décimo mês, as obstruções se devem principalmente à hiperplasia da camada íntima, notadamente nas regiões correspondentes às anastomoses entre o enxerto e a artéria hospedeira ou, nos casos em que foi utilizada veia safena, na região de suas válvulas. Os insucessos mais tardios estão relacionados com a própria evolução da doença arteriosclerótica causadora do fenômeno isquêmico que levou à indicação cirúrgica (²¹ ²⁹ ³¹).

É exatamente no primeiro período mencionado, correspondente ao primeiro mês, que a interferência do cirurgião é a mais marcante. Os estudos morfológicos proporcionados pela angiografia oferecem subsídios considerados úteis para o prognóstico dos resultados imediatos da restauração (⁶⁰ ³¹). Há necessidade de adequada visualização da árvore arterial proximal e distal afim de se avaliar as condições aparentes de afluxo e defluxo arterial relacionadas com a pró

tese a ser implantada. O aspecto morfológico não é suficiente no entanto, recomendando-se sua complementação por exames hemodinâmicos funcionais realizados por instrumental não invasivo (61 63 64).

Aspecto de primordial importância é o controle intra-operatório da qualidade da restauração arterial visando-se detectar falhas técnicas que possam comprometer a curto prazo o bom êxito da restauração. Tal controle é realizável mediante estudo arteriográfico intra-operatório das anastomoses, particularmente a distal, relacionada com artéria de menor calibre e, portanto, mais suscetível a falhas técnicas (16 20 23 64 65). Pode também ser realizado mediante o uso de ultra-som imagem que permite estudo da imagem da anastomose e detecção de eventuais falhas técnicas (74) ou pelo detector de velocidade Doppler ultra-som que permite análise auditiva do som ou a interpretação do traçado de velocidade do fluxo pela derivação e pelas artérias juxta-anastomóticas (46 47 66). A fluxometria eletromagnética é método dinâmico utilizado tanto para a avaliação da qualidade da derivação arterial realizada quanto para formulação do prognóstico a curto prazo, já que ela oferece condições de quantificação do fluxo que ocorre pelo enxerto arterial que é função tan-

to da qualidade das anastomoses quanto da condição hemodinâmica da árvore arterial proximal e, principalmente, distal. Habitualmente é medido o fluxo basal e o fluxo aumentado por injeção intra-arterial de papaverina. Observou-se que fluxos baixos pelo enxerto comprometem substancialmente o prognóstico da derivação e que a ausência de suficiente incremento de fluxo provocada pela injeção de papaverina pode ser decorrente de imperfeição técnica ao nível das anastomoses ou também de elevada resistência da árvore arterial distal (12 14 35 59).

Apesar de ser a técnica que melhores informações oferece ao cirurgião, a fluxometria eletromagnética para controle rotineiro de derivações arteriais abaixo do ligamento inguinal é prejudicado pelo elevado custo do equipamento e pela dificuldade técnica para seu manuseio.

Com o advento do detector de velocidade Doppler ultra-som, observou-se que, apesar de não medir fluxo, as curvas de velocidade por ele registradas e as de fluxo obtidas pelo fluxômetro eletromagnético são perfeitamente sobreponíveis e que existe boa correlação linear entre as respostas do velocímetro e do fluxômetro, dentro dos limites de velocidade habitual do sangue (13). A semelhança das curvas de

velocidade e fluxo é facilmente compreendida lembrando-se que o fluxo é o produto entre a velocidade e função do diâmetro do vaso.

Tendo em vista que o uso do Doppler ultra-som se generalizou entre os especialistas, tanto por seu baixo custo quanto pela facilidade de seu manuseio, aventou-se a hipótese de se substituir o fluxômetro eletromagnético pelo detector de velocidade Doppler ultra-som na avaliação das derivações arteriais abaixo do ligamento inguinal.

Uma vez que o Doppler ultra-som fornece informações qualitativas e não quantitativas como no caso do fluxômetro eletromagnético, o OBJETIVO DESTA TESE foi estudar o uso do velocímetro Doppler ultra-som como instrumento quantitativo para detectar os efeitos da injeção intra-arterial de papaverina sobre a velocidade do sangue pela derivação arterial abaixo do ligamento inguinal e observar a correlação entre esses achados e os aspectos angiográficos intra-operatórios e a evolução da derivação arterial a curto prazo.

Alem desse objetivo principal, procurou-se observar o valor de outros parâmetros aceitos como prognósticos para perviedade de derivação arterial abaixo do ligamento inguinal: 1) a caracterização dopplerimétrica da isquemia, 2)

o comprometimento dos vasos de defluxo, 3) a concomitância de diabetes mellitus, 4) a caracterização clínica da isquemia e 5) o tipo de prótese utilizada.

2. SINOPSE DA LITERATURA

O fluxômetro eletromagnético foi idealizado por Michael Faraday em 1832 (in Terry³⁴), quando formulou a lei da indução eletromagnética. Esta reza que, quando um condutor elétrico é movimentado através de um campo magnético, ocorre indução de diferença de potencial no condutor proporcional à velocidade do movimento através do campo magnético. A direção da diferença de potencial é perpendicular à direção do campo magnético e também à direção do movimento do condutor. Faraday pretendeu medir o fluxo do rio Tamisa usando o campo magnético terrestre, o que foi afinal conseguido por Wallaston, em 1851(in Goodman³⁵).

Kolin (36) e Wetterer (37) conseguiram, independentemente, em 1936 e 1937, respectivamente, medir o fluxo do sangue em artérias intactas usando um ímã para indução do

campo magnético através do vaso e um galvanômetro para medição da voltagem induzida.

Observou-se que a sensibilidade do fluxômetro é independente do perfil de fluxo desde que este seja simétrico em torno de seu eixo longitudinal (⁵⁵).

O emprego do fluxômetro na prática cirúrgica visando compreender os fenômenos que acompanham a restauração arterial ocorreu em 1960.

Sako e cols. (⁶⁹), em 1960, mediram o fluxo pela artéria femoral em 20 pacientes submetidos a simpatectomia lombar, em sete cães submetidos à mesma operação e em nove pacientes submetidos a derivação fêmoro-poplítea. Observaram incremento de fluxo após a simpatectomia em alguns dos pacientes e em todos os cães. Notaram também aumento de fluxo nos pacientes em que foi realizada derivação arterial, em média maior que o aumento verificado após a simpatectomia lombar.

Schenk e cols. (⁷¹), em 1960, realizaram medidas de fluxo em artéria femoral de pacientes submetidos a ligadura de veia safena e chamaram a atenção para a morfologia trifásica da curva de fluxo instantâneo e a existência de componente de fluxo reverso. Em consequência à injeção intra-arte

rial de vasodilatador observaram duplicação do fluxo total e desaparecimento do componente de fluxo reverso. Estudos realizados em pacientes portadores de arteriopatia mostraram haver duplicação de fluxo tanto pela injeção intra-arterial de vaso-dilatador quanto pela realização de simpatectomia lombar. Chamaram a atenção para o grande incremento de fluxo após procedimento de restauração arterial em pacientes com arteriosclerose obliterante e coartação da aorta.

Engel e col. (³⁰), em 1966, usaram o fluxômetro e letromagnético em 12 casos de restauração arterial e chamaram a atenção para sua grande utilidade no controle intra-operatório do procedimento cirúrgico. Em um dos casos operados, no qual havia pulso no segmento arterial endarterectomizado, o fluxômetro não detectou passagem de sangue. Observaram que há aumento de fluxo após a injeção intra-arterial de reserpina e após realização de simpatectomia lombar. Mediante determinações simultâneas de pressão intra-arterial verificaram que ao aumento de fluxo pode corresponder queda de pressão intra-arterial distal.

Goodman e col. (³⁵), em 1966, descreveram observações obtidas com fluxômetro eletromagnético em uma série de 40 pacientes submetidos a restauração vascular. Chamaram a

atenção para a utilidade do instrumento como coadjuvante no controle das intervenções. Em vários casos onde havia pulso palpável na região restaurada não conseguiram detectar fluxo. Observaram que o instrumento pode fornecer subsídios para estabelecer critérios prognósticos da restauração, notadamente quando há registro de baixo fluxo apesar de bom pulso palpável.

Mannink e col. (⁵²), em 1966, usaram o fluxômetro eletromagnético e transdutor de pressão para registro per-operatório dos fenômenos que ocorreram em 14 pacientes submetidos a derivação fêmoro-poplíteia por arteriosclerose obliterante. Notaram incremento de fluxo e de pressão após a restauração arterial e observaram que as próteses venosas autólogas poderiam permanecer pervias apesar de regimes muito baixos de fluxo. Observaram também que em três pacientes submetidos a simpatectomia lombar concomitante ocorreu aumento considerável de fluxo pela derivação arterial.

Sako (⁶⁷), em 1966, utilizou o fluxômetro eletromagnético para tentar, mediante observação das alterações de fluxo desencadeadas por injeção intra-arterial de papaverina, detectar estenoses inaparentes de artéria ilíaca.

Golding e col. (³³), em 1966, realizaram observa-

ções em 47 pacientes submetidos a vários tipos de restauração arterial e tabularam os efeitos da injeção intra-arterial de papaverina sobre o fluxo pelo segmento restaurado. Em nove derivações ou endarterectomias fêmoro-poplíteas obtiveram du plicação do fluxo após a injeção do vasodilatador. No único caso onde tal incremento não ocorreu, houve trombose do segmento restaurado no segundo dia após a operação. Ressaltaram a precariedade do exame dos pulsos no controle intra-operatório das restaurações arteriais e julgaram o fluxômetro eletromagnético de maior utilidade nesse controle, particularmente quando se realiza a medida de fluxo antes e após a injeção intra-arterial de papaverina.

Sako (6°), em 1967, descreveu sua experiência obtida em 258 procedimentos cirúrgicos arteriais além da obtida em vários estudos experimentais. Ressaltou que enxertos de veia safena podem permanecer pérvios apesar de fluxo muito baixo, o que não ocorre com enxertos sintéticos ou em segmentos arteriais endarterectomizados. Chamou a atenção para a possibilidade de haver pulso na restauração mas não haver fluxo. Ressaltou que a injeção intra-arterial de vasodilatador reproduz o aumento de fluxo provocado pela atividade muscular da extremidade.

Cronstrand e cols (²²), em 1968, ressaltaram que a fluxometria eletromagnética intra-operatória pode fornecer subsídios para adequado controle das restaurações arteriais.

Barner e cols. (⁴), em 1968, mediram fluxo basal e após injeção intra-arterial de papaverina em 29 derivações fêmoro-poplíteas. Observaram que ocorre aumento de fluxo da ordem de 140% a 522%. Ressaltaram que a medida de fluxo basal pode não ser demonstrativa de fenômenos verdadeiros de alta resistência periférica e que o teste com a papaverina reflete situação mais real quanto à capacidade de defluxo do sistema arterial. Não observaram diferenças significativas de fluxo relacionadas com o aspecto morfológico do comprometimento do sistema arterial distalmente situado à restauração arterial. Concluíram que a fluxometria per-operatória pode ser útil no diagnóstico de problemas técnicos que podem comprometer a curto prazo a perviedade da restauração.

Bernhard e cols. (¹²), em 1968, realizaram determinações per-operatórias em 16 derivações fêmoro-poplíteas. O fluxo pré-operatório foi de 100 ml/min em média e aumentou para 170 ml/min após a injeção de papaverina, não tendo sido observado diferenças significativas nesses valores em relação à gravidade da isquemia. Sugeriram que o teste da papaveu

rina é útil para detectar problemas técnicos ao nível das anastomoses.

Mundth e cols. (⁵⁹), em 1969, realizaram múltiplos estudos hemodinâmicos em 50 pacientes submetidos a restauração do segmento arterial fêmoro-poplíteo com o objetivo de estabelecer critérios prognósticos de perviedade dessas restaurações. Não encontraram correlação entre os resultados desses estudos e o índice de perviedade das restaurações. Vale ressaltar que as medidas de fluxo foram realizadas sem injeção intra-arterial de papaverina, o que vem ressaltar que o fluxo basal de uma restauração não guarda relação com o prognóstico da perviedade da restauração.

Terry e cols. (⁶⁵), em 1972, observaram numa série de 80 restaurações fêmoro-poplíteas que há tendência de maior incidência de trombose precoce em vigência de regime de fluxo baixo. Houve 14% de obstruções quando o fluxo era superior a 100 ml/min e 54% quando o fluxo era inferior a 100 ml/min. Sugeriram que os insucessos se devessem a condições técnicas precárias e ao grau de comprometimento do sistema arterial de defluxo. Não utilizaram em seu estudo o teste da papaverina.

Bliss (¹⁴), em 1973, realizou medidas de fluxo com...

fluxômetro eletromagnético em 21 casos de restauração arterial do segmento fêmoro-poplíteo, antes e após injeção de papaverina. No caso em que não houve incremento de fluxo ocorreu trombose precoce da restauração. Observou que em situações ideais, após injeção de papaverina ocorre aumento considerável de fluxo que não se acompanha de queda de pressão intra-arterial. Não ocorrendo aumento de fluxo ou havendo queda da pressão dentro do sistema, pode-se suspeitar de erro técnico na anastomose ou de inadequação do diâmetro da derivação, sendo que esses achados hemodinâmicos estiveram associados à trombose precoce das derivações.

Bernhard (°), em 1974, realizou estudos hemodinâmicos intra-operatórios com fluxômetro eletromagnético em 26 derivações fêmoro-tibiais. Observou que a trombose precoce do enxerto ocorreu naqueles casos em que o fluxo médio basal de 61 ml/min aumentou para 89 ml/min após injeção intra-arterial de papaverina. Os enxertos que se mantiveram pérvios a pós 30 dias apresentavam fluxo médio basal de 95 ml/min e a pós injeção de papaverina, de 158 ml/min. Não encontrou diferença significativa entre os achados em pacientes diabéticos e não-diabéticos. Recomendou o uso do fluxômetro eletromagnético e o teste da papaverina para detectar problemas

técnicos cirúrgicos ao nível das anastomoses vasculares e para estabelecer bases prognósticas de perviedade dos enxertos.

Terry e col (⁸⁶), em 1974, não conseguiram encontrar valor de fluxo mínimo que pudesse comprometer a perviedade de restauração fêmoro-poplíteia com veia safena apesar de terem observado que a maior parte das obstruções ocorreu quando o fluxo estava abaixo de 100 ml/min. Não fizeram uso de papaverina nesse estudo em 58 derivações, tampouco mencionaram o uso do método no controle intra-operatório das restaurações.

Barner e cols. (⁵), em 1974, observaram que o fluxo basal por uma restauração arterial medido por fluxômetro eletromagnético não está relacionado com a qualidade da restauração mas sim com a resistência periférica e que somente a vasodilatação induzida é que permite julgamento acerca a qualidade da restauração.

Dean e cols. (²⁵), em 1975, encontraram estreita correlação entre a perviedade de derivações fêmoro-poplíteas e o percentual de incremento de fluxo provocado por injeção intra-arterial de papaverina. Numa série de 98 derivações observaram que 50% das próteses nas quais não ocorreu duplicação de fluxo após a injeção de papaverina ocluíram precoce-

mente, sendo que somente 27% das derivações onde ocorreu du
plicação ocluíram. Ressaltaram o valor do exame intra-opera-
tório para detectar precocemente falhas técnicas que possam
comprometer a perviedade da restauração.

Dedichen (²⁶), em 1976, também verificou haver cor
relação entre a perviedade da restauração arterial fêmoro-
poplítea e o aumento percentual de fluxo observado pela in
jeção intra-arterial de papaverina. Em sua casuística de 46
restaurações arteriais, os maus resultados ocorreram nos ca
sos em que não havia duplicação de fluxo após a injeção do
vasodilatador.

Satomura e col. (70), em 1960, desenvolveram in
strumento de detecção de velocidade sanguínea baseado no e
feito Doppler aplicado a feixe de ultra-som. Seu instru
mento apresentava a vantagem de conseguir registrar o perfil
de velocidade do sangue através da pele sem necessidade de
expor o vaso estudado. Apesar de ser de manuseio muito mais
simples do que o fluxômetro eletromagnético, seu uso se res
tringiu ao estudo não-invasivo do sistema arterial e venoso,
sendo raramente usado em substituição ao fluxômetro para
determinação intra-operatória de velocidade.

Keitzer e cols. (^{46 47}), em 1970 e em 1972, repor-

taram o uso do Doppler ultra-som intra-operatório para controle de restaurações arteriais e atestaram sua utilidade para detectar eventuais imperfeições técnicas pela interpretação do sinal auditivo gerado pela velocidade do sangue através da restauração.

Ristow e cols. (66), em 1985, em nosso meio, também ressaltaram a importância do uso do Doppler ultra-som para controle das restaurações vasculares. O instrumento foi usado para qualificação do sinal auditivo obtido próximo à anastomose vascular.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CASUÍSTICA

Trinta e cinco pacientes foram submetidos a cirurgia arterial restauradora abaixo do ligamento inguinal que consistiu sempre na feitura de ponte em derivação. Em 30 casos (85,7%) a ponte foi fêmoro-poplítea, em quatro casos fêmoro-tibial ou fêmoro-peroneira (11,4%) e em um caso tratou-se de derivação fêmoro-poplítea cruzada infra-patelar (2,9%). As pontes fêmoro-poplíteas consistiram em derivações supra-patelares (18 casos - 51,4%), infra-patelares (11 casos - 31,4%) e para segmento isolado de artéria poplíteia (um caso - 2,9%). As pontes distais consistiram em fêmoro-tibial anterior (um caso - 2,9%), fêmoro-tibial posterior (um caso -

2,9%) e fêmoro-peroneiras (dois casos - 5,7%). A indicação para a cirurgia foi sempre isquemia grave caracterizada por dor de repouso, lesões tróficas e claudicação intermitente, incapacitante. Vinte e nove pacientes eram do sexo masculino (82,9%) e seis do sexo feminino (17,1%). Onze pacientes eram diabéticos (31,4%), 13 apresentavam cardiopatia isquêmica (37,1%) e sete eram hipertensos (20,0%) (Tabela 1).

A veia safena autóloga foi utilizada como prótese arterial em 15 casos (42,9%). Estando ela ausente por cirurgia prévia ou sendo de diâmetro inferior a 4 mm, de comprimento útil insuficiente, ou ainda estando o paciente em programação para cirurgia coronariana, o substituto utilizado foi a veia umbilical humana preservada *, o que ocorreu em 20 casos (57,1%) (Tabela 1).

Os pacientes foram, para efeitos de estudo e comparação, caracterizados quanto ao grau de isquemia ou comprometimento dos vasos de defluxo, por critérios clínicos, dopplerimétricos e angiográficos.

3.1.1. Caracterização clínica da isquemia

Dos 35 pacientes, 31 (88,6%) apresentavam isquemia grave, com manifestações clínicas de dor de repouso ou com

* Biograft - IMC-Meadox

lesões tróficas da extremidade desencadeadas ou mantidas pela isquemia (casos 1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,17,18, 19,20,22,23,24,25,26,27,28,29,31,32,33,34,35). Os demais quatro pacientes (11,4%) apresentavam claudicação limitante e incapacitante (casos 3,16,21,30) (Tabela 2).

3.1.2. Caracterização dopplerimétrica da isquemia - índice de pressão tornozelo/braço.

A caracterização dopplerimétrica da isquemia baseia-se essencialmente na determinação do índice de pressão tornozelo/braço. Este índice é resultante do quociente entre a pressão sistólica da artéria tibial posterior ou anterior e da artéria braquial. Sua determinação é feita com auxílio de manguito de pressão convencional e instrumento Doppler ultrassom usado como estetoscópio. Como o Doppler ultrassom permite detectar fluxos muito baixos, níveis de pressão que não mais seriam detectados mediante uso do estetoscópio convencional são perfeitamente audíveis.

O índice de pressão tornozelo/braço normal é 1,00 já que o valor da pressão sistólica da artéria braquial é muito próximo ao da artéria tibial. Nos casos em que há estenose ou obstrução arterial, o índice é mais baixo e seu va

Caso Nº	Iniciais Paciente	Sexo M/F	Idade anos	Derivação tipo	Prótese Tipo	Doenças		
						DM	CI	HA
1	OB	M	55	F-Per	Saf	-	-	-
2	HP	M	71	F-Pop I	Umb	+	-	-
3	CAG	M	76	F-Pop S	Umb	-	+	+
4	ER	M	57	F-Pop S	Saf	-	+	-
5	GFC	M	48	F-Pop S	Umb	-	+	+
6	CM	M	62	FxPop I	Umb	+	+	-
7	PM	M	54	F-Pop I	Saf	-	-	-
8	FM	M	56	F-Pop I	Umb	-	-	-
9	AFO	M	52	F-Pop S	Umb	+	-	-
10	JBS	M	61	F-Per	Umb	-	-	-
11	NP	M	55	F-Pop S	Umb	+	+	-
12	ERB	F	83	F-Pop I	Umb	+	+	-
13	AM	M	67	F-Pop I	Saf	-	-	-
14	AC	M	66	F-Pop S	Umb	-	+	-
15	IF	F	79	F-Pop I	Saf	+	+	-
16	RMBP	F	54	F-Pop S	Umb	-	+	-
17	AL	M	72	F-Pop I	Umb	-	-	+
18	JLM	M	69	F-Pop S	Umb	+	-	-
19	JFM	M	61	F-Pop S	Saf	+	-	-
20	AAC	M	69	F-Pop S	Umb	-	+	-
21	AS	M	53	F-Pop S	Saf	-	-	-
22	TV	M	72	F-Tp	Umb	-	-	-
23	AT	M	71	F-Pop S	Saf	-	-	-
24	OP	F	59	F-Pop S	Saf	-	-	+
25	FG	M	59	F-Pop I	Saf	-	+	-
26	JT	M	67	F-Pop I	Saf	-	-	+
27	QPL	M	70	F-Pop S	Saf	+	-	-
28	GV	M	72	F-Pop Is	Saf	-	-	-
29	AD	F	73	F-Ta	Umb	+	+	-
30	IC	M	52	F-Pop S	Umb	-	-	+
31	AFOP	M	52	F-Pop S	Umb	-	-	-
32	FP	M	69	F-Pop I	Umb	-	-	-
33	MDC	M	56	F-Pop S	Umb	-	-	+
34	IC	M	52	F-Pop S	Saf	-	-	-
35	RP	M	69	F-Pop I	Saf	+	+	-

Tabela 1 - Relação dos pacientes, identificação, sexo, idade, tipo de derivação, tipo de prótese e doenças associadas.

A explanação das abreviaturas utilizadas nesta tabela se encontra na página .23 .

Caso Nº	Caracterização da isquemia			Velocidade Doppler			Evolução 30 dias
	Clin	IP	Rad	Pré	Pós	%	
1	IG	0,00	2	40	60	50	Pérvio
2	IG	0,00	3	90	110	22	Pérvio
3	CL	0,42	9	50	100	100	Pérvio
4	IG	0,48	10	44	96	118	Pérvio
5	IG	0,00	2	100	186	86	Pérvio
6	IG	0,33	12	60	100	66	Ocluido
7	IG	0,50	8	120	120	0	Pérvio *
8	IG	0,00	5	44	76	73	Ocluido
9	IG	0,43	12	80	180	125	Pérvio
10	IG	0,38	2	50	100	100	Pérvio
11	IG	0,23	4	50	96	92	Pérvio *
12	IG	0,50	12	80	120	50	Pérvio *
13	IG	0,10	12	80	180	125	Pérvio
14	IG	0,25	4	44	88	100	Pérvio
15	IG	0,00	6	116	128	10	Pérvio
16	CL	0,85	14	100	120	110	Pérvio
17	IG	0,46	9	100	200	100	Pérvio
18	IG	0,21	8	48	100	108	Pérvio
19	IG	0,32	8	80	200	150	Pérvio
20	IG	0,33	14	200	250	25	Pérvio
21	CL	0,65	12	110	200	82	Pérvio
22	IG	0,32	2	90	200	122	Pérvio
23	IG	0,54	2	200	450	125	Pérvio
24	IG	0,66	8	130	320	146	Pérvio
25	IG	0,00	14	80	136	70	Ocluido
26	IG	0,23	12	100	110	10	Ocluido
27	IG	0,23	10	72	184	155	Pérvio
28	IG	0,38	0	40	64	60	Ocluido
29	IG	0,33	4	120	200	67	Ocluido
30	CL	0,60	16	100	150	50	Pérvio
31	IG	0,43	16	80	190	137	Ocluido
32	IG	0,46	8	40	60	50	Ocluido
33	IG	0,48	12	90	135	50	Pérvio
34	IG	0,26	12	40	82	105	Pérvio
35	IG	0,16	4	44	120	172	Pérvio

Tabela 2 - Caracterização da isquemia, resultados do estudo da velocidade do sangue antes e após a injeção de papaverina e o incremento percentual da velocidade e situação da derivação arterial após 30 dias. (* = casos cujas anastomoses distais foram revisitas)

Explicação das abreviaturas utilizadas nas Tabelas 1. e 2.

Tabela 1.

M = masculino

F = feminino

F-Pop I = derivação fêmoro-poplítea infra-patelar

F-Pop S = derivação fêmoro-poplítea supra-patelar

FxPop I = derivação fêmoro-poplítea cruzada infra
patelar

F-Per = derivação fêmoro-peroneira

F-Ta = derivação fêmoro-tibial anterior

F-Tp = derivação fêmoro-tibial posterior

Saf = veia safena autóloga

Umb = veia umbilical humana preservada

DM = diabetes mellitus

CI = cardiopatia isquêmica

HA = hipertensão arterial

Tabela 2.

Clin = clínica

IP = índice de pressão Doppler-derivado

Rad = radiológica

IG = isquemia grave

CL = claudicação

lor vai depender do gradiente de pressão imposto pela compe
tência da circulação colateral e da extensão do comprometimento
 to das artérias principais do membro inferior. Existe correlação
 ção entre o índice de pressão tornozelo/braço e a classificação
 ção clínica da isquemia. Assim, os pacientes com claudicação
 têm índice de $0,59 \pm 0,15$, os com dor de repouso de $0,26 \pm$
 $0,13$, sendo que os em situação de gangrena iminente têm índice
 ce de $0,05 \pm 0,08$ (⁹⁴).

Como o gradiente de pressão entre as artérias do
 tornozelo e a artéria braquial, caracterizado pelo valor do
 índice, é resultante da resistência oferecida ao fluxo, ele
 foi apontado como parâmetro prognóstico de derivações arteriais
 ais do segmento fêmoro-poplíteo ou fêmoro-distal. Quanto menor
 nor o índice, menor a probabilidade de se manter pérvia a
 derivação realizada. Dessa forma, índice abaixo de 0,20 cara
 racteriza situação em que a indicação de realização de deriva
 vação arterial seria comprometida pela elevada incidência de
 insucessos (²⁵).

O índice de pressão dos pacientes que compõem a
 presente casuística variou entre 0,00 e 0,85 (média=0,33)
 sendo que em oito casos (22,9%) se situou abaixo de 0,20 (caso
 sos 1,2,5,8,13,15,25,35) (Tabela 2).

3.1.3. Caracterização radiológica do comprometimento dos vasos de defluxo.

Parâmetro mais anatômico que funcional, a avaliação do potencial de defluxo por meio do estudo angiográfico dos vasos distais à obstrução é rotina quando se examina a arteriografia de paciente candidato a restauração arterial. Os pacientes podem ser classificados com base no número de va sos distais p^{er}vios ou mesmo pelo grau de comprometimento de cada um desses vasos e do tronco tíbio-peroneiro. Um tipo de classificação auferir quatro pontos para cada um dos vasos mencionados não comprometidos. À estenose de 25% é auferida tres pontos e à de 50%, dois pontos. Estenose de 75% é caract^{er}izada por um ponto, sendo que nenhum ponto é auferido à obstrução. Dessa forma, o segmento p^{er}vio isolado de artéria poplíteia é classificado com zero ponto, enquanto que uma úni ca artéria distal p^{er}vias e sem estenose é caracterizada por quatro pontos em se tratando de artéria tibial anterior e oito pontos em se tratando de artéria tibial posterior ou peroneira uma vez que a perviedade do tronco tíbio-peroneiro contribui com mais quatro pontos (58).

Somando-se os pontos, cujo máximo é 16, o comprometimento global dos vasos de defluxo é caracterizado numerica

mente e considerado de grau I quando a soma se situa entre 12 e 16 pontos, grau II quando a soma é de sete a 11 pontos e grau III quando a soma é de zero a seis pontos (⁵⁸)(Fig.1).

Dentre os 35 pacientes, os pontos auferidos ao conjunto de vasos de defluxo variou de zero a 16 (média=8,2). Treze pacientes foram classificados como pertencentes à situação de grau I (37,1%) (casos 6,9,12,13,16,20,21,25,26,30,31,33,34), nove pacientes com comprometimento grau II (25,7%) (casos 3,4,7,17,18,19,24,27,32) e 13 com comprometimento de grau III (37,1%) (casos 1,2,5,8,10,11,14,15,22,23,28,29,35) (Tabela 2).

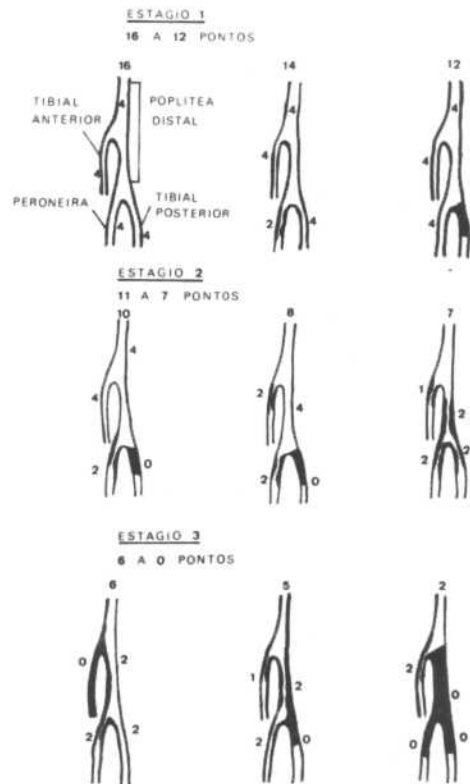


Figura 1. - Esquema ilustrativo do método de classificação de Morton e cols.^{5 8} do grau de comprometimento dos vasos de fluxo do sistema arterial poplíteo-distal.

3.2. TÉCNICA OPERATÓRIA

Após a realização de exames laboratoriais pré-operatórios de rotina (hemograma, uréia, glicemia, tempo de sangramento e coagulação) e correção de eventuais desvios da normalidade, os pacientes foram submetidos a exames especializados pré-operatórios que consistiram na realização de estudo hemodinâmico não-invasivo com velocímetro Doppler ultrassom, pelo qual eram registradas as curvas de velocidade do sangue nas artérias femorais, poplíteas, tibiais anteriores e posteriores e medidos os níveis de pressão sistólica das artérias poplíteas e tibiais e, finalmente, na determinação do índice de pressão tornozelo/braço. Este exame tinha como

finalidade caracterizar o comprometimento hemodinâmico causa do pela obstrução arterial e a avaliação objetiva de eventuais lesões estenóticas do segmento aorto-ilíaco que poderiam comprometer o afluxo para o segmento a ser restaurado. Além disso o exame tinha como objetivo estabelecer os padrões pré operatórios para controle pós-operatório da derivação a ser realizada.

A aortografia, por punção translombor ou cateterismo retrógrado via artéria femoral e a arteriografia femoral por punção da artéria na região inguinal, foram sempre realizadas visando o estudo morfológico do comprometimento arterial afim de possibilitar a planificação cirúrgica adequada, principalmente no que diz respeito à seleção do local de anastomose distal do enxerto. Ao mesmo tempo proporcionava a avaliação de eventual comprometimento concomitante do segmento arterial aorto-ilíaco.

Os procedimentos cirúrgicos foram realizados com os pacientes sob efeito de anestesia epidural contínua com monitorização da pressão venosa central e da pressão arterial por meio de manômetros de água e de mercúrio, respectivamente, além de monitorização cardíaca. Os cuidados de assepsia eram iniciados na véspera com banho com solução antisép-

tica (hexaclorofeno a 3%) e tricotomia, e continuados imediatamente antes da operação por escovação da região operatória com sabão antiséptico (PVP-iodo a 10%) e solução de iodo a 1% em álcool etílico a 70% (álcool iodado).

A intervenção foi realizada com o paciente em decúbito dorsal horizontal com o joelho fletido e a coxa em ligeira abdução quando a artéria distal a ser abordada era a poplítea ou tibial posterior e, simplesmente com a perna estendida, em posição anatômica, quando o alvo era a artéria tibial anterior ou peroneira.

Explorada a veia safena, quando não previamente operada por outros motivos ou quando não destinada a cirurgia coronariana posterior, decidia-se quanto à sua qualidade morfológica. Sendo de pelo menos quatro milímetros de diâmetro, na extensão adequada, procedia-se à sua cuidadosa ressecção e preparo. Quando não apropriada, procedia-se ao preparo da veia umbilical humana preservada, lavando-a com 1000 ml de soro fisiológico com 5000 unidades de heparina sódica. O enxerto era tunelizado utilizando-se broncoscópio metálico de cinco milímetros de diâmetro conduzido pelo trajeto desejado e por dentro do qual era passado com auxílio de pinça para biópsia, evitando-se dessa maneira tração exagerada que pu

desse comprometer sua estrutura. Nos casos de implante em artéria poplítea o enxerto era tunelizado pela região sub-sar-torial. Quando levado para a artéria tibial posterior era conduzido entre as cabeças do músculo gastrocnêmio da perna. Nos casos em que era conduzido para a artéria tibial anterior ou peroneira, a tunelização era subcutânea, pela face antero-lateral da coxa e perna.

As anastomoses eram realizadas utilizando-se fio mono-filamentado de polipropileno em lances de chuleio simples, atentando-se para a adequada eversão das bordas. Duran-te o período de oclusão arterial para a realização das anastomoses, o sangue do paciente era anti-coagulado com 5.000 unidades de heparina endo-venosa, administradas com 5 a 10 minutos de antecedência.

Terminadas as anastomoses, eram abertas as pinças de oclusão arterial temporária, corrigidos eventuais sangramentos nas linhas anastomóticas e realizado o estudo da velocidade do sangue pelo enxerto por meio de velocímetro Dopp-ler ultra-som*. A seguir era realizada a arteriografia por injeção de 20 ml de contraste tri-iodado no enxerto por pun-ção da região da anastomose proximal para obtenção de imagem radiográfica da anastomose distal.

* Digisonic, modelo 001

A determinação da velocidade do sangue pelo velocímetro Doppler ultra-som consistiu de duas etapas. Inicialmente era feita a verificação da velocidade basal, com o transdutor do velocímetro colocado sobre o enxerto na região inguinal, distalmente em relação à anastomose, mantendo-se o imerso em solução fisiológica e procurando-se a posição que oferecesse a maior deflexão da agulha do mili-amperímetro correspondente à velocidade direta. Mantendo-se o transdutor na mesma posição, injetava-se 20 mg de cloridrato de papaverina diluído em 10 ml de solução fisiológica na luz do enxerto e aguardava-se por período de até cinco minutos eventual modificação da deflexão máxima da agulha do mili-amperímetro correspondente à velocidade direta.

Os dois parâmetros, deflexão basal e deflexão pós-papaverina eram anotados para cálculo do percentual do aumento de velocidade provocado pela ação da papaverina. A modificação da deflexão máxima da agulha traduz o incremento de velocidade de sangue pelo enxerto, causado pela vaso-dilatação distal, a qual ocorria de 30 a 60 segundos após a injeção da papaverina.

Falhas técnicas da anastomose distal observadas na imagem arteriográfica obtida a seguir eram corrigidas quando

julgadas importantes.

Terminada a intervenção, o paciente permanecia na unidade de terapia intensiva durante as primeiras 24 a 48 horas do período pós-operatório, quando as variações cardíorrespiratórias são mais importantes.

O seguimento do paciente incluía avaliação diária durante o período de hospitalização e depois ambulatorialmente até 30 dias após o evento cirúrgico. Apesar de o acompanhamento continuar periodicamente, ele cessava, para efeitos desse estudo, nessa ocasião.

3.3. VELOCÍMETRO DOPPLER ULTRA-SOM

O princípio básico do velocímetro Doppler ultra-som consiste na modificação de frequência de feixe ultra-sônico de 5 a 10 MHz que ocorre quando este incide sobre partículas em movimento. O ultra-som é produzido por vibração eletricamente induzida de cristal piezo-elétrico e projetado através dos tecidos em direção ao vaso a ser estudado. A onda é refletida por todos os tecidos sobre os quais incide e, desde que não estejam em movimento, seu eco é de igual frequência à do feixe emitido. Estando o tecido em movimento, como é o caso do sangue em uma veia ou artéria, o eco tem sua frequência modificada em proporção à velocidade dos elementos

figurados. O eco é captado pelo mesmo cristal que serve como emissor ou por um segundo cristal, receptor, localizado próximo ao transmissor (Fig.2).

O fenômeno é regido pela fórmula:

$$f = \frac{2f V \cos \theta}{C}$$

onde f = frequência do feixe ultrasônico

V = velocidade das partículas

C = velocidade do som nos tecidos

θ = ângulo de incidência do feixe ultrasônico

A diferença entre a frequência do eco e a do feixe emitido dá origem a um som audível. Quanto maior a velocidade do tecido em movimento, maior será a diferença entre a frequência emitida e a refletida e maior a frequência do som audível. Esta resposta pode ser transformada em sinal analógico incluindo-se no circuito eletrônico um conversor frequência/voltagem que permite visualização das variações de frequência e, portanto, da velocidade instantânea do tecido estudado. O registro gráfico dessas variações pode ser obtido mediante registrador de papel termo-sensível e visualizado em mili-amperímetro cuja agulha deflete em função da frequência do som audível (79 80 92 93).

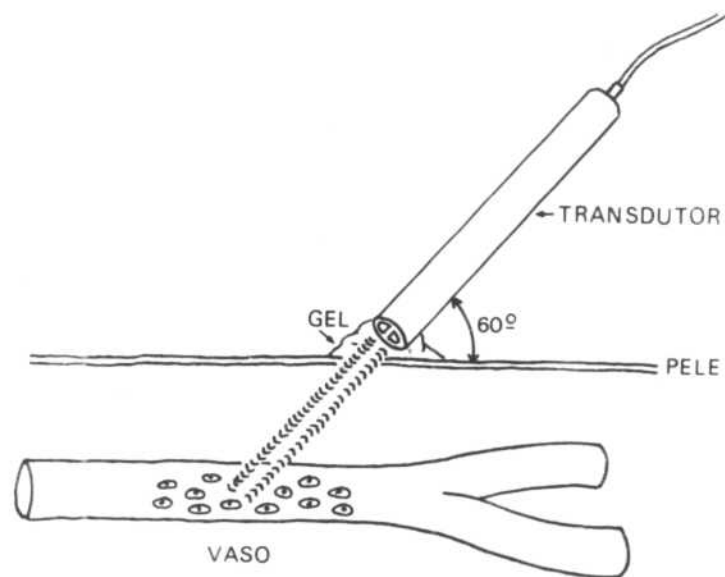


Figura 2. - Esquema ilustrativo da utilização do efeito Doppler ultra-som para pesquisa de velocidade do sangue no sistema arterial ou venoso. O transdutor, que contém os cristais piezo-elétricos emissor e receptor, é acoplado à pele com gel acústico e mantido em ângulo de aproximadamente 60° em relação ao vaso estudado.

Os instrumentos que se utilizam do efeito Doppler ultra-som para estudo das variações da velocidade do sangue no sistema arterial e venoso são denominados não-invasivos por poderem, ao contrário do fluxômetro eletromagnético, realizar as determinações de velocidade do sangue pela aplicação do transdutor sobre a pele mediante o uso de gel acústico. O aparelho detecta as variações instantâneas de velocidade do sangue que ocorrem no vaso. Estas variações refletem a média dos eventos que ocorrem na secção analisada e cuja di mensão depende da largura do feixe ultra-sônico. A curva de velocidade obtida é muito semelhante e sobreponível à curva de fluxo obtida pelo fluxômetro eletromagnético (Fig.3). Es sa semelhança é explicável pelo fato de, na verdade, o fluxômetro eletromagnético ser também um velocímetro. Seu trans dutor tem diâmetro pré-estabelecido e selecionado de acordo com o diâmetro do vaso a ser estudado. O instrumento integra os dados instantâneos de velocidade com o diâmetro do transdutor utilizado e dessa forma resulta na medida do fluxo:

$$F = V.A$$

onde F = fluxo

V = velocidade

A = área de secção do vaso.

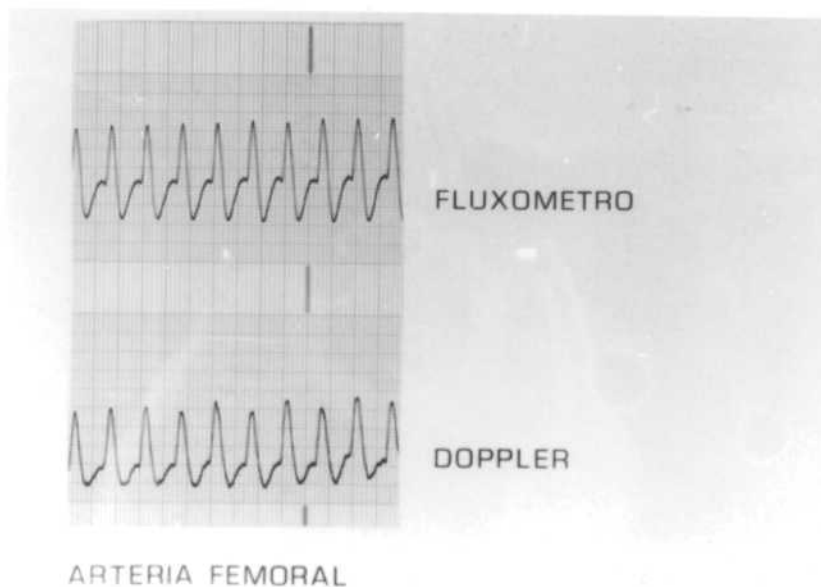


Figura 3. - Curvas de velocidade e fluxo instantâneo obtidas pelo velocímetro Doppler ultra-som e fluxômetro eletromagnético, respectivamente, em artéria femoral de cão e registradas simultaneamente em registrador de dois canais, demonstrando a semelhança entre os dois traçados.

Da mesma forma que o fluxômetro, o velocímetro Doppler ultra-som, mediante inclusão de circuito de modificação de fase, consegue diferenciar velocidades que se aproximam do feixe ultrasônico das que dela se afastam. A curva de velocidade obtida, quando normal, é constituída de três fases distintas. A primeira, positiva, é conseqüência da impulsão sistólica e é o componente de maior amplitude do traçado. A segunda fase representa o início da diástole e se caracteriza pela inversão da velocidade proporcionada pelo fechamento das cúspides da valva aórtica e pela constricção elástica das artérias após a dilatação sistólica. A segunda fase é seguida por nova fase positiva correspondente ao final da diástole (Fig.4).

A amplitude da curva da primeira fase é habitualmente denominada de velocidade de pico pois representa a velocidade máxima do sangue durante o ciclo cardíaco. Esta velocidade, mensurável no papel de registro, é observável pela deflexão da agulha do mili-amperímetro correspondente à velocidade positiva.

O velocímetro Doppler não fornece habitualmente valores absolutos de velocidade. É, portanto, um instrumento que fornece dados qualitativos e não quantitativos. No entanto, quando se procede à medição de velocidade num mesmo vaso

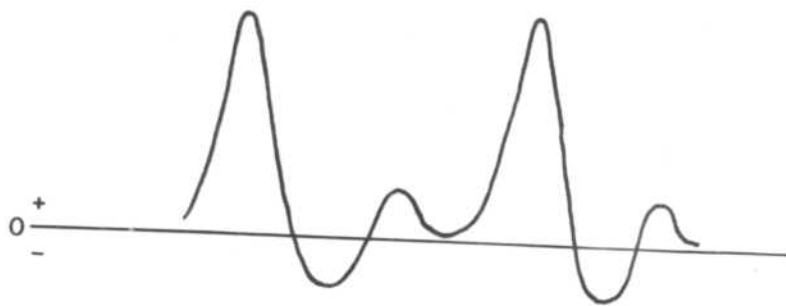


Figura 4. - Representação esquemática da curva normal de velocidade arterial Doppler-derivada. Observa-se a primeira fase positiva sistólica, seguida por fase negativa correspondente ao início da diástole e a terceira, positiva, ocupando o restante do espaço diastólico.

o velocímetro é capaz de demonstrar modificações de velocidade que ocorrem no interior do vaso. Essas modificações podem ser expressas em percentual de variação, o que passa a ser um dado quantitativo já que são abolidas todas as constantes desconhecidas:

$$V\% = \frac{V_2 \times 100}{V_1} - 100$$

onde $V\%$ = variação percentual da velocidade

V_1 = velocidade basal

V_2 = velocidade aumentada

As determinações de velocidade intra-operatórias foram feitas utilizando-se um transdutor de 10MHz esterilizado em óxido de etileno. A primeira medição, de velocidade basal, foi realizada imediatamente após a abertura das pinças de oclusão arterial temporária, findas as anastomoses e correção de eventuais sangramentos de linha anastomótica. O transdutor foi colocado sobre a porção proximal do enxerto, na região inguinal, por ser região de mais fácil manuseio, procurando-se o ângulo em relação à derivação arterial que proporcionasse a maior deflexão da agulha do mili-amperímetro.

tro. À maior medida observada, multiplicada pelo valor de a tenuação do filtro de amortecimento do aparelho, denominou-se velocidade de pico basal. Mantendo-se o transdutor na mesma posição, repetiu-se a medição após terem sido injetados 20 ml de cloridrato de papaverina na luz do enxerto, tomando-se a melhor leitura como o valor da velocidade pós-papaverina depois de multiplicado pelo valor de atenuação do filtro de amortecimento do aparelho, e denominado velocidade de pico pós-papaverina.

3.4. FLUXÔMETRO ELETROMAGNÉTICO

Instrumento baseado na Lei de Faraday que reza que quando um condutor elétrico é movimentado através de campo magnético ocorre indução de voltagem no condutor, proporcional à velocidade de seu movimento através do campo magnético. A direção da voltagem induzida é perpendicular à direção do campo magnético e também à direção na qual se move o condutor. Este pode ser o sangue que corre por um vaso envolto por um transdutor que contenha um campo magnético e dois eletrodos que, em contato com o vaso sanguíneo, captam a voltagem induzida e a transferem a circuitos eletrônicos para ampliação e processamento (Fig.5).

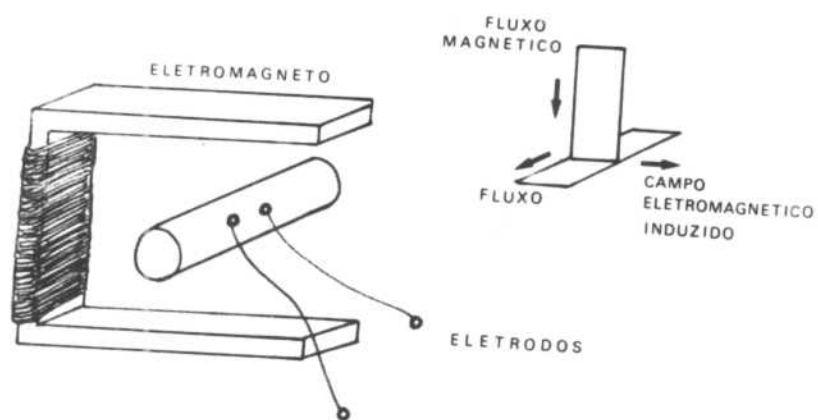


Figura 5. - Representação esquemática do fluxômetro eletromagnético. O vaso está contido num campo magnético perpendicular ao fluxo sanguíneo. O campo magnético induzido, captado por dois eletrodos situados na parede do vaso, é perpendicular tanto ao fluxo do vaso quanto ao campo magnético.

Quando o campo magnético é constante, a voltagem induzida é diretamente proporcional ao diâmetro do vaso e à velocidade média do sangue. A resposta do fluxômetro é suficientemente rápida para possibilitar registro de fluxo pulsátil numa ou noutra direção, assim como o fluxo médio.

O transdutor usado para medida do fluxo em determinado vaso deve ser de diâmetro igual ou até 20% menor que o diâmetro do vaso.

O fluxômetro pode ser de resposta analógica ou digital ou ambas e ainda permitir o registro gráfico das modificações instantâneas de velocidade.

A sensibilidade do fluxômetro é constante desde que o perfil de velocidade seja simétrico em torno do eixo do vaso. Nos casos de estenoses que provocam turbulência, o erro de resposta do fluxômetro pode ser de 50% ou mais. O mesmo ocorre nos regimes fisiológicos de mudanças de padrão de fluxo próximo à emergência de ramos. Outro fator que interfere sobre a atuação do fluxômetro é a espessura da parede do vaso, cuja atividade elétrica, na prática, provoca incremento de até 10% na leitura do fluxo pelo instrumento. O hematócrito mantém relação inversa com a condutibilidade do sangue, levando a erro que pode atingir até 10%. (84).

As medidas de fluxo realizadas com fluxômetro ele
tromagnético podem visar tanto a determinação do fluxo de pi
co, isto é, o fluxo máximo durante a fase sistólica, quanto
o fluxo médio.

3.5. ESTUDO EXPERIMENTAL

Com o objetivo de se verificar a existência de paralelismo entre os dados obtidos pelo velocímetro Doppler ultra-som e o fluxômetro eletromagnético, foi realizado estudo experimental comparativo entre os dois métodos.

Dez cães mestiços pesando entre 15 e 25 kg foram anestesiados com injeção endovenosa de nembutal sódico (5mg/kg de peso). Posicionados em decúbito dorsal horizontal, a artéria femoral foi dissecada e liberada na região inguinal numa extensão de aproximadamente 5 cm. A seguir foi envolta por transdutor do fluxômetro eletromagnético *, de 3 a 5 mm de diâmetro, selecionado de acordo com o calibre do vaso. Posi

* Statham SP 2202

cionou-se o transdutor do velocímetro Doppler ultra-som** em situação imediatamente distal em relação ao do fluxômetro e obteve-se as medidas de fluxo de pico basal e velocidade de pico basal com o fluxômetro e o velocímetro, respectivamente (Tabela 3).

A seguir foram injetados 2,5 mg de cloridrato de papaverina diluídos em 2 ml de solução fisiológica em ramo da artéria femoral previamente cateterizado e procedeu-se à determinação do fluxo de pico e da velocidade de pico pós-papaverina (Tabela 3).

Os dados de fluxo foram expressos em ml/min e os de velocidade em unidades de velocidade (UV).

Em cada cão foi realizado somente um ensaio completo já que injeções repetidas de papaverina poderiam interferir significativamente na pressão arterial sistêmica e no débito cardíaco.

Os valores foram lançados em gráfico e calculou-se a curva de regressão dos valores obtidos pela fórmula (³):

$$y = 1,05x + 43,68$$

onde y = fluxo em ml/min

x = velocidade em UV

Ela demonstra haver boa correlação entre os valores

** Digisonic modelo 001

Cão Nº	Valores basais		Valores pós-papaverina	
	Doppler	Fluxômetro	Doppler	Fluxômetro
1	160	70	300	240
2	160	70	300	200
3	120	80	300	240
4	250	140	300	300
5	210	200	250	600
6	200	250	200	480
7	84	60	200	300
8	70	22	180	160
9	84	100	300	400
10	124	110	260	340

Tabela 3 - Resultados das determinações de velocidade e fluxo com velocímetro Doppler ultra-som e fluxômetro eletromagnético em condições basais e após injeção intra-arterial de papaverina. Os resultados estão expressos em UV e ml/min, respectivamente. Estudo experimental em cães.

de fluxo e de velocidade até o fluxo de 250 ml/min, após o qual não mais se observa resposta linear do instrumento Doppler ultra-som (Fig.6). Este achado é compatível com os dados obtidos em outros ensaios e caracterizam a limitação do velocímetro Doppler ultra-som para estudo de regimes de alta velocidade (13).

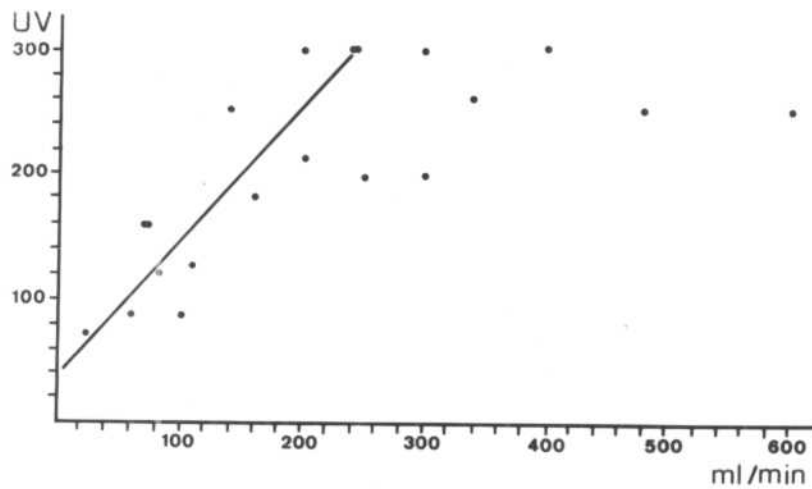


Figura 6. - Gráfico representativo da curva de regressão calculada entre os valores de velocidade (UV) e fluxo (ml/min) obtidas pelo velocímetro Doppler ultrassom e fluxômetro eletromagnético em ensaio simultâneo em cão. Observa-se que a curva apresenta linearidade satisfatória até valores de 250 ml/min, após os quais há dispersão dos pontos.

4. RESULTADOS

Não houve óbitos durante o período de estudo. Os pacientes tiveram alta hospitalar entre o 7º e o 12º dia pós-operatório e retornaram para re-avaliação no 30º dia, completando-se os dados para realização do estudo proposto.

4.1. Estudo da velocidade Doppler-derivada per-operatória.

A medida de velocidade basal pela derivação arterial determinada imediatamente após a abertura das pinças de oclusão vascular temporária, acusou valores que variaram entre 40 e 200 UV (média = 81,6 UV). Após a injeção de cloridrato de papaverina, as velocidades se situaram entre 60 e 450 UV (média = 148,7 UV).

Observou-se incremento igual ou superior a 100%, portanto, pelo menos duplicação da velocidade, em 17 casos (48,6%) (casos 3,4,9,10,13,14,16,17,18,19,22,23,24,27,31, 34,35). Nos demais demais 18 casos (51,4%) não houve duplicação da velocidade (casos 1,2,5,6,7,8,11,12,15,20,21,25,26,

28,29,30,32,33} (Tabela 2).

4.2. Estudo angiográfico per-operatório.

Em três pacientes (8,6%) {casos 7,11,12} o estudo angiográfico per-operatório demonstrou imperfeições técnicas ao nível da anastomose distal (Fig.7), levando à necessidade de sua revisão cirúrgica e subsequente re-estudo radiológico para confirmação do resultado satisfatório da revisão. Estes tres casos, por não ter sido feito novo estudo de velocidade com Doppler ultra-som afim de não se provocar distúrbios sistêmicos pela papaverina, foram excluídos da avaliação final de perviedade relacionada com o estudo per-operatório da velocidade Doppler-derivada, mas mantidos nas avaliações comparativas dos demais parâmetros.

4.3. Seguimento clínico - perviedade da derivação.

Ao final de 30 dias, 27 pacientes (77,1%) estavam com a derivação funcionante {casos 1,2,3,4,5,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,27,30,33,34,35}. Os demais 8 pacientes (22,9%) se apresentaram com o enxerto ocluído {casos 6,8,25,26,28,29,31,32} (Tabela 2).



Figura 7. - Redução fotográfica da arteriografia per-operatória do paciente NP(nº11) submetido a derivação fêmoro-poplítea supra-patelar com veia umbilical humana pre-servada. Observou-se incremento de 92% na velocidade Doppler-derivada após a injeção intra-arterial de papaverina. A angiografia demonstra imperfeições técnicas julgadas suficientemente importantes para exigirem revisão da anastomose.

4.4. RESULTADOS COMPARATIVOS

4.4.1. Perviedade e caracterização dopplerimétrica da isque- mia.

Dos oito pacientes que apresentavam índice de pressão tornozelo/braço igual ou inferior a 0,20, dois ocluíram o enxerto (25,0%) (casos 8 e 25). Os valores do índice eram de 0,00 em ambos os casos. Os demais seis casos permaneceram com a derivação pérvia (75,0%) (casos 1,2,5,13,15,16). Em quatro casos o valor do índice era 0,00, em um era 0,10 e em outro 0,16.

Dos 27 pacientes com índice acima de 0,20, 21 permaneceram com o enxerto pérvio (77,8%) (casos 3,4,7,9,10,11,

12,14,16,17,18,19,20,21,22,23,24,27,30,33,34} enquanto que em seis o enxerto ocluiu (22,2%) {casos 6,26,28,29,31,32} (Tabela 2 e Fig.8).

Pelo método da análise de variância de Fischer, não há diferença estatística entre a incidência de obstruções do enxerto nas duas populações consideradas, com índice menor ou maior de 0,20 (valor de $F = 0,69$ sendo $F = 5,99$ para $p = 0,01$).

4.4.2. Perviedade e caracterização do comprometimento dos vasos de defluxo.

Dos 13 pacientes com comprometimento menor, de grau I, nove derivações permaneceram pérvias (69,2%) {casos 9,12,13,16,20,21,30,33,34} e quatro ocluíram (30,8%) {casos 6,25,26,31}.

Dos nove pacientes com comprometimento grau II, a derivação permaneceu pérvia em oito (88,9%) {casos 3,4,7,17,18,19,24,27} e uma ocluiu {caso 32}.

Dos 13 pacientes com comprometimento maior, grau III, 10 mantiveram o enxerto pérvio (76,9%) {casos 1,2,5,10,11,14,15,22,23,35}, sendo que três ocluíram a derivação {casos 8,28,29} (Tabela 2 e Fig.9).

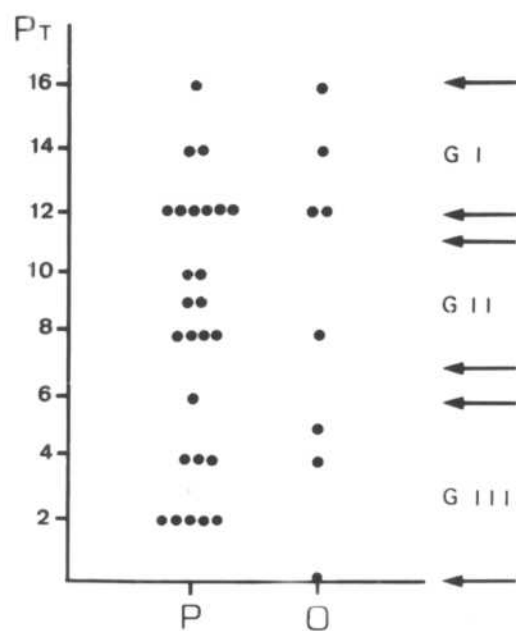


Figura 9. - Gráfico representativo da distribuição dos pontos de caracterização radiológica do comprometimento dos vasos de defluxo dos pacientes com derivação pérvia (P) e ocluída (O). À direita estão assinalados os limites das graduações (G I = Grau I; G II = Grau II; G III = Grau III).

O estudo dos dados pelo método da análise de variância de Fischer demonstra não haver diferença estatisticamente significativa entre as populações com comprometimento grau I, II e III quanto à ocorrência de obstruções do enxerto. Os valores de F são respectivamente iguais a 0,10, 0,64 e 0,41 sendo que, para $p = 0,01$, F é igual a 4,96, 5,59 e 4,96, respectivamente.

4.4.3. Perviedade e concomitância de diabetes mellitus.

Dentre as oito obstruções observadas, duas ocorreram entre os 11 pacientes diabéticos (18,1%) (casos 6 e 29), enquanto as outras seis ocorreram no grupo de 24 pacientes não diabéticos (25%) (casos 8,25,26,28,31,32) (Tabela 1 e 2).

Pelo método do X^2 não há diferença entre os dois grupos de pacientes, tendo-se encontrado o valor de 0,20 (para $p = 0,01$, $X^2 > 3,84$)

4.4.4. Perviedade e caracterização clínica da isquemia.

As oito obstruções verificadas ocorreram entre os 30 casos submetidos à intervenção por isquemia grave (casos 6,8,25,26,28,29,31,32), levando a percentual de 26,7% de insucessos nestes pacientes.

Nenhuma das derivações implantadas por claudicação limitante ocluiu até o final do estudo (Tabela 2).

A análise desses dados pelo método do X^2 demonstra não haver diferença estatística entre os dois grupos de pacientes quanto à ocorrência de obstrução de enxerto, tendo-se encontrado o valor de 1,73 (para $p = 0,01$, $X^2 > 3,84$).

4.4.5. Perviedade e prótese utilizada.

Dos 15 casos em que foi utilizada veia safena como prótese arterial, ocorreu oclusão em tres (20,0%) (casos 25, 26,28) , sendo que dos 20 em que se utilizou veia umbilical humana preservada, ocorreu oclusão em cinco (25,0%) (cases 6, 8,29,31,32) (Tabela 1 e 2).

Não há diferença estatística entre os dois grupos pelo método do X^2 , tendo-se encontrado o valor 0,12 (para $p = 0,01$, $X^2 > 3,85$).

4.4.6. Perviedade e estudo per-operatório angiográfico e da velocidade Doppler-derivada.

Em tres casos a arteriografia per-operatória demonstrou importantes imperfeições técnicas ao nível da anastomose distal (8,6%) (casos 7,11,12) . Nestes o incremento

de velocidade Doppler derivada foi de 0%, 92% e 50%, respectivamente. Após a revisão dessas anastomoses, novo estudo dopplerimétrico foi evitado afin de não se provocar repercussões hemodinâmicas sistêmicas que pudessem ser causadas pela nova dose necessária de papaverina. Estas derivações permaneceram pérvias até o final do estudo.

Dentre os demais 32 casos observou-se duplicação da velocidade em 17 casos (53,1%). Destes, 16 (94,1%) mantiveram o enxerto pérvio até o final do estudo (casos 3,4,9,10,13,14,16,17,18,19,22,23,24,27,34,35). Somente em um caso a derivação ocluiu (5,9%) (caso 31). A obstrução ocorreu no 22º dia de pós-operatório e o incremento que houvera sido observado fôra de 137% (de 80 para 190 UV).

Dentre os 15 casos restantes em que não ocorreu duplicação de velocidade após a injeção de papaverina (42,9%), houve obstrução do enxerto em sete (46,7%) (casos 6,8,25,26,28,29,32). Os outros oito casos mantiveram o enxerto pérvio até o final do estudo (casos 1,2,5,15,20,21,30,33) (Tabela 2 e Fig.10).

Há diferença altamente significativa entre o grupo de pacientes em que houve incremento igual ou superior a 100% na velocidade e o grupo onde esse fenômeno não ocorreu.

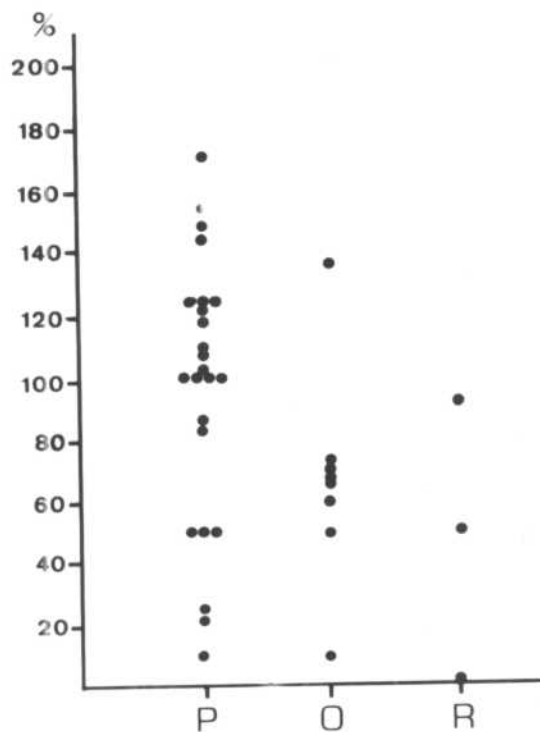


Figura 10. - Gráfico representativo da distribuição dos percentuais de incremento de velocidade Doppler-derivada decorrente da injeção intra-arterial de papaverina dos pacientes com derivação prévia (P), ocluída (O) e daqueles nos quais se procedeu à revisão da anastomose distal (R).

Pelo método da análise de variância de Fischer o valor de F foi igual a 22,83 (para $p = 0,01$, $F = 7,56$).

5. DISCUSSÃO

Desde o advento da cirurgia arterial restauradora, uma das grandes preocupações do cirurgião tem sido os insucessos na manutenção da perviedade da revascularização. Uma vez ultrapassado o problema da coagulação sanguínea per-operatória com o advento da heparina, as restaurações passaram a ser realizadas em extensões maiores e com melhor desempenho técnico. Este sofreu ainda os benefícios do desenvolvimento da qualidade do material cirúrgico, notadamente o de hemostasia temporária, preensão e síntese.

A experiência acumulada no decorrer dos anos veio mostrar, no entanto, marcantes diferenças entre os resultados das restaurações arteriais no que diz respeito à manutenção da perviedade. No que tange às artérias dos membros inferiores, observou-se nítida preponderância de resultados sa

tisfatórios das restaurações do segmento aorto-iliaco sobre as do segmento fêmoro-poplíteo-distal (^{40 45}).

Entendeu-se que tal diferença está intimamente relacionada com o fluxo em cada um desses segmentos (^{51 81}). O regime de alto fluxo do segmento aorto-iliaco representa importante fator coadjuvante para manutenção da perviedade de restaurações realizadas a este nível seja por interposição de prótese arterial, por tromboendarterectomia ou, mais recentemente, por angioplastia transluminal. O menor regime de fluxo do eixo arterial fêmoro-poplíteo e distal torna muito mais críticos os fatores de risco relacionados com o procedimento da restauração arterial. Dentre esses fatores estão a qualidade técnica das anastomoses arteriais, as características físicas da prótese arterial empregada e o comprometimento arteriosclerótico das artérias proximal e distalmente relacionadas com o segmento arterial restaurado. Além desses fatores, outros se revestem de importância mas interferem em períodos mais tardios e são representados especialmente pela própria evolução da doença arteriosclerótica e pelo fenômeno da hiperplasia pseudo-intimal, cuja participação vem sendo diminuída graças aos efeitos de drogas inibidoras da atividade plaquetária (^{21 29 37 91}).

O grau de comprometimento arteriosclerótico das artérias proximalmente situadas à região restaurada, denominadas artérias de influxo, é tradicionalmente avaliado pelos achados de exame físico e complementado pelas informações obtidas através do exame angiográfico. Suas limitações, especialmente no que concerne à adequada identificação de placas ateronatosas localizadas na face posterior da luz do sistema arterial aorto-iliaco, conduziram à prática de estudos mais funcionais destas artérias, principalmente por meio de avaliações de traçados de velocidade obtidas por instrumento Doppler ultra-som, não invasivo. Tais exames são realizados com o sistema arterial em repouso e após o desencadeamento de hiperemia reativa distal, seja por oclusão arterial temporária ao nível da coxa, seja por realização de esforço em esteira rolante (2617). O objetivo de se realizar a investigação também em regime de hiperemia reside basicamente no fato de dessa maneira se tentar minimizar o regime de fluxo aumentado que viria a ocorrer em consequência à restauração arterial. Como o valor da chamada "estenose crítica" está diretamente relacionado com a velocidade do sangue, o aumento desta em decorrência da restauração arterial poderá tornar hemodinamicamente significativa uma estenose que em regime

de velocidade mais baixo não tinha esta característica (^{8 55} ⁵⁷).

A avaliação das artérias distalmente situadas à restauração arterial, denominadas artérias de defluxo, é também realizada pelo exame angiográfico, pelo qual se qualifica o comprometimento arteriosclerótico desses vasos (^{10 60} ⁹¹). No intuito de se tornar esta avaliação mais objetiva, introduziu-se método de quantificação com base nos achados angiográficos. Consiste em se auferir pontos progressivamente maiores quanto maior o grau de comprometimento das artérias tronculares que compõem o conjunto dos vasos de defluxo, quais sejam, a artéria poplítea, a artéria tibial anterior, o tronco tíbio-peroneiro, a artéria tibial posterior e a artéria peroneira (⁵⁸).

Quanto às características da prótese arterial utilizada, observou-se que aquelas que demonstram manter boa perviedade no segmento aorto-iliaco, não obrigatoriamente se comportam da mesma maneira no segmento fêmoro-poplíteo e distal. Exemplo característico é a diferença de resultados obtidos pela utilização da prótese de Dacron^R, que no regime de alto fluxo do segmento aorto-iliaco mantém índice de perviedade maior que o observado no regime de fluxo mais bai

xo do sistema arterial abaixo do ligamento inguinal. Nesta região a veia safena é a que oferece os melhores resultados sendo por isto mesmo considerada o substituto arterial de eleição (38 82).

Para substituir a veia safena nos casos em que está ausente por cirurgia prévia, inutilizável por ser sede de doença varicosa ou por ser de calibre ou comprimento inadequados, são utilizadas próteses sintéticas ou biológicas com resultados que variam conforme suas características e a experiência do cirurgião. Dentre elas, a sintética de politetrafluoretileno expandido e a biológica de veia umbilical humana preservada ou de veia safena homóloga, são as que melhores resultados vêm demonstrando, tanto a curto quanto a médio prazo, mas com diferenças significativas a longo prazo, quando a veia safena autóloga se destaca por seu desempenho (15 27 36 38 39 41 43 54 62 72 76 77 82).

A prótese de veia umbilical humana preservada, pelas características físicas de sua face interna, tem comportamento muito semelhante à da veia safena autóloga especialmente no que diz respeito ao período mais precoce de sua implantação (15 24). Também na presente casuística não houve diferença significativa entre a perviedade dos dois tipos de

substituto arterial utilizados.

A qualidade técnica das anastomoses entre a prótese arterial com as artérias hospedeiras desempenha papel relevante na manutenção da perviedade da restauração. A favor de sua melhoria constribuíram os mencionados progressos na qualidade técnica do instrumental cirúrgico, sendo que o próprio desenvolvimento da habilidade técnica do cirurgião deve interferir favoravelmente no resultado das restaurações . Mesmo assim, as imperfeições técnicas são passíveis de ocorerem e se relacionam freqüentemente com a presença de lesões ateromatosas existentes nos locais de abordagem das artérias. Além de dificultarem a feitura das anastomoses, podem ser parcialmente deslocadas pela ação do instrumental cirúrgico empregado, particularmente pelas pinças de hemostasia temporária. A fratura e o deslocamento de placas de ateroma podem dar origem a estenose não previamente existente e capaz de comprometer a perviedade do enxerto a curto prazo . Essas intercorrências são particularmente temidas na região da anastomose distal onde, pelo menor calibre da artéria, elas desempenham papel proporcionalmente mais significativo. O calibre da artéria femoral comum, sítio habitual da anastomose proximal, contribui para menor incidência de complicações

a esse nível (18 42 73 87 88 89).

Cuidadosos estudos realizados com o objetivo de se determinar as causas preponderantes de falha de restauração arterial realizada mediante interposição de veia safena autóloga sugerem que a maioria dos insucessos que ocorrem dentro dos primeiros 30 dias se devem a erros técnicos. Estes compreendem tanto as imperfeições na feitura das anastomoses entre prótese e artéria hospedeira quanto as restrições ditas pela qualidade hemodinâmica das artérias de influxo e de fluxo (21 31).

Apesar de não se negligenciar a avaliação hemodinâmica dos vasos de influxo, isto é, o sistema aorto-ilíaco, maior atenção é em geral dada à avaliação das artérias de de fluxo. Além da já mencionada quantificação do comprometimento arteriosclerótico dessas artérias a partir das informações morfológicas obtidas pela angiografia, outros métodos de avaliação se desenvolveram. Isto se deveu ao fato de nem sempre se observar correlação entre a falha ou êxito da restauração e a qualidade morfológica das artérias de influxo (1 5 11 19 36). A procura de parâmetros que pudessem fornecer subsídios quanto ao prognóstico de manutenção de perviabilidade de restaurações arteriais voltou-se para dados de ordem

hemodinâmica. Contribuíram para essa mudança de comportamento as informações de que próteses levadas a segmentos isolados de artéria poplítea mostravam índices de perviedade não esperados com base em parâmetros angiográficos (19 53). Ou trossim, é difícil imaginar que o próprio segmento arterial isolado, onde o fluxo deve ser particularmente baixo, possa se manter pérvio entre duas regiões onde ocorreu trombose, a não ser que a interpretação do fenômeno seja tentada com base em aspectos hemodinâmicos. Além disso, as restaurações arteriais levadas para as artérias distais da perna mostravam que enxertos longos poderiam se manter pérvios apesar de sua vazão ocorrer para um só vaso da perna (9 11 19).

O papel do aspecto funcional dos vasos de defluxo ficou melhor caracterizado pelas observações obtidas pelo uso do fluxômetro eletromagnético e que demonstraram a possibilidade de ocorrerem fluxos particularmente altos em próteses levadas à artéria peroneira ou a uma das tibiais (9 11).

Com o advento do velocímetro Doppler ultra-som, que permite avaliação independente das duas principais artérias distais, a tibial anterior e a tibial posterior, tentou-se encontrar correlação entre a perviedade a curto prazo e a médio prazo da prótese e o grau de isquemia expresso pelo índi

ce de pressão tornozelo/braço. Como a pressão arterial medi da distalmente a uma obstrução arterial reflete o grau de re sistência oferecida à perfusão sanguínea, este parâmetro po de estar relacionado com a resistência oferecida à perfusão proporcionada pela restauração arterial .

A vantagem da existência dessa correlação estaria no fato de ela permitir interferir na decisão do cirurgião antes de haver agressão cirúrgica ao paciente. Apesar de i nicialmente ter-se encontrado valor prognóstico no índice de pressão tornozelo/braço, estabelecendo-se o valor de 0,20 a baixo do qual a restauração arterial teria mínimas possibili dades de bom êxito (²⁵), estudos posteriores não encontraram correlação entre o valor do índice e a perviedade da restau-
ração a curto e médio prazo (^{28 44}).

Na presente casuística não se observa, da mesma ma neira, correlação entre o índice de pressão tornozelo/braço Doppler-derivado e a perviedade a curto prazo da derivação arterial. Observamos que 75% dos casos em que o índice esta-
va abaixo de 0,20 mantiveram a derivação pérvia. Dentre es tes havia quatro casos em que o fluxo não era detectável nas artérias tibiais, ou seja, o índice era nulo. Inversamen-
te, 22,2% dos casos com índice de pressão tornozelo/braço a

cima de 0,20 evoluíram para oclusão da restauração arterial realizada.

O fenômeno que provavelmente explica a falta de correlação entre o índice de pressão Doppler-derivado e o prognóstico de perviedade do enxerto reside no fato de a pressão distal ser função tanto da resistência do sistema arterial distalmente situado à obstrução troncular quanto da do sistema de vasos colaterais relacionados com a obstrução. A medida da pressão distal não permite diferenciar o valor relativo de cada um dos componentes que interferem no valor da pressão distal, ou seja, no índice de pressão. Exemplifica esse fenômeno o índice de pressão com valor nulo em casos de obstrução aguda isolada da artéria femoral, sem comprometimento dos vasos distais e que paulatinamente vai aumentando de valor graças à adaptação progressiva da rede de vasos colaterais. Tal situação, não raramente observada na prática clínica, não traduz comprometimento de artérias distais da perna.

Tradicionalmente a apreciação simplesmente visual da qualidade dos vasos de defluxo, ou seja, a avaliação de seu comprometimento aterosclerótico, é comportamento universal quando o cirurgião examina o estudo angiográfico do pa

ciente candidato a restauração arterial. Isto se deve ao fato de vários estudos estatísticos sugerirem melhores resultados nos casos em que o comprometimento do sistema de defluxo é menor e, inversamente, piores resultados nos casos de envolvimento maior das artérias distalmente situadas ao local da implantação da prótese (^{5^o 7^o 8^o}).

Com o objetivo de se tornar menos subjetiva a avaliação angiográfica da aterosclerose dos vasos de defluxo, os casos que compõem a presente casuística foram classificados conforme normas sugeridas por Morton e cols (^{5^o}). Observamos que não há correlação entre a perviedade a curto prazo das derivações arteriais abaixo do ligamento inguinal e o grau de comprometimento radiológico do sistema arterial de defluxo. Este achado está em consonância com outros estudos que também não encontraram essa correlação (^{1^o 3^o 5^o 11^o 13^o 56}).

A discrepância entre esses estudos é de difícil interpretação mas provavelmente é decorrente do próprio aprinoramento técnico do cirurgião. O comprometimento aterosclerótico interfere na qualidade das anastomoses vasculares pela presença de placas na região abordada das artérias. Essas placas podem ser fraturadas por manobras grosseiras de dissecção, por pinçamento para hemostasia temporária com instru

mental inadequado e pelas manobras relacionadas com as suturas vasculares propriamente ditas. A consciência da existência desses problemas potenciais por parte do cirurgião contribuiu para cuidados maiores e melhor técnica operatória.

Vale ressaltar, portanto, que tanto os dados desse estudo quanto os de outros sugerem não haver justificativa para classificar determinado caso como de bom ou de mau risco para restauração vascular com base nos achados angiográficos do sistema de defluxo. Dessa forma, uma restauração arterial abaixo do ligamento inguinal deve ser sempre tentada desde que haja indicação e justificativa clínica para a intervenção.

Outro parâmetro freqüentemente mencionado como sendo de importância para previsão de risco em restauração abaixo do ligamento inguinal é a concomitância de diabetes mellitus. Observou-se que esta doença modifica as características morfológicas e a história natural da arteriosclerose oblite-rante, emprestando-lhe características muito mais graves e difusas, comprometendo artérias normalmente poupadas pela doença, assim como, interferindo na qualidade da microcircula-ção (7³¹).

Dessa forma, admitindo-se que o grau de comprometi

mento das artérias possa interferir na perviedade da derivação arterial, a coexistência de diabetes mellitus traria um agravante adicional nessa interferência.

Na casuística aqui estudada, que compreende 34,3% de pacientes diabéticos, não se observou resultados que pudessem sugerir haver interferência da doença sobre a perviedade a curto prazo das revascularizações. Também este achado coincide com o de outros autores que igualmente não obtiveram resultados comprometidos pela concomitância de diabetes tanto a curto quanto a médio prazo (1 3 5 11 19 25 44 56 76).

O parâmetro prognóstico clínico, qual seja, a indicação para a realização da restauração vascular, não demonstrou ser de importância estatística na presente casuística. Estudos pelos quais se tentou encontrar fator de risco para sucesso da derivação sugerem haver maior incidência de bons resultados quanto à manutenção da perviedade nos casos que são operados por claudicação limitante e resultados menos satisfatórios naqueles operados por isquemia grave (27 78). Tal comportamento seria de esperar uma vez que a presença de isquemia grave sugere maior comprometimento de toda árvore vascular arterial e, portanto, aumento da resistência oferecida ao fluxo proporcionado pela restauração arterial. Da mesma

forma, no entanto, que não se observou correlação entre perviedade da restauração e o índice de pressão tornozelo/braço, cujo valor está relacionado com a gravidade da isquemia, o parâmetro clínico também não se mostra adequado para prever o resultado da restauração arterial quanto à manutenção de sua perviedade conforme vários estudos realizados e que coincidem com os resultados observados na presente casuística (1 3 5 11 19 56 59).

A explicação para esses achados muito provavelmente é semelhante à já exposta em relação à falta de correlação entre perviedade e índice de pressão Doppler-derivado. A gravidade da isquemia é dependente não só da resistência dos vasos de defluxo mas também da rede de vasos colaterais que tenta compensar a obstrução arterial troncular e não se consegue atribuir pesos relativos a cada um desses componentes.

Observa-se, portanto, que o fenômeno que proporciona o fluxo suficiente para manter a perviedade da prótese deve ser muito mais amplo que os simples parâmetros anatômicos e clínicos funcionais mencionados. Se houver correlação entre a qualidade do sistema de defluxo e a manutenção da perviedade da restauração arterial, aquela provavelmente não poderá ser adequadamente avaliada por métodos que se restringem

à observação de fenômenos que ocorrem em vasos de maior calibre. É de se supor que a extensa rede arterial que se origina dos vasos maiores e a rede arteriolar devem interferir no fenômeno que mantém pérvio uma restauração arterial. Aliás, somente dessa forma é que se pode entender a manutenção de fluxo por segmentos arteriais gravemente comprometidos por aterosomatose apesar da trombose de segmentos contíguos da mesma artéria e os resultados das derivações levadas aos assim chamados segmentos isolados de artéria poplítea (1^o 5^o).

Com o advento do fluxômetro eletromagnético e seu posterior uso per-operatório para estudar os fenômenos que ocorrem em função da restauração arterial, alguns autores observaram que, mesmo havendo extenso comprometimento aterosclerótico do sistema da défluxo, era possível ocorrer alto regime de fluxo pela derivação arterial realizada. Concluíram não haver correlação entre o fluxo observado pela derivação e todos os demais critérios clínicos e laboratoriais habitualmente utilizados para caracterização da qualidade do sistema arterial distal (4^o 2^o). Da mesma forma, não se encontrou correlação consistente entre o fluxo medido pela restauração e o prognóstico da derivação quanto à manutenção de sua perviedade (5^o 1^o). Mesmo assim, alguns autores verifica

ram que fluxo abaixo de 100 ml/min era freqüentemente seguido por obstrução precoce do enxerto apesar de poderem permanecer p^{er}vios mesmo com fluxo abaixo de 30 ml/min (^{12 59 68} ⁸⁶).

A injeção intra-arterial de papaverina esclareceu, no entanto, que os baixos fluxos eventualmente observados poderiam ser decorrentes de alta resistência periférica induzida por vaso-constricção conseqüente ao trauma cirúrgico, à oclusão total do sistema arterial durante a realização da intervenção e à exposição do membro inferior à baixa temperatura da sala operatória (⁴). Uma vez completada a restauração arterial e terminado o procedimento, essa vaso-constricção tende a desaparecer, podendo-se detectar fluxos semelhantes aos medidos pela injeção de papaverina em até uma hora após a revascularização (³²).

Dessa forma, o valor do chamado fluxo basal pouco significado terá para estabelecer critérios quanto à qualidade da situação hemodinâmica do sistema revascularizado.

Observou-se, no entanto, que o incremento de fluxo promovido pela injeção intra-arterial de papaverina guarda estreita relação com a qualidade hemodinâmica da restauração (^{4 5 12 25 26 33}), e dessa forma o teste da papaverina co

meçou a ser utilizado para estabelecer critérios prognósticos quanto à manutenção da perviedade do enxerto e quanto ao diagnóstico de eventuais falhas técnicas nas anastomoses. Estas são as principais responsáveis pela trombose precoce da restauração. Normalmente se preconiza realizar o controle da qualidade das anastomoses pelo estudo arteriográfico per-operatório (16 23 60 64). Mais raramente o velocímetro Doppler ultra-som é empregado com esse objetivo (46 47 66) e, mais recentemente o ultra-som módulo B, que permite a visualização da luz da região anastomótica (74).

Não há relatos, no entanto, de uso do velocímetro Doppler ultra-som para tentar mimificar o fluxômetro eletromagnético apesar da semelhança de informações que ambos os instrumentos são capazes de fornecer.

Na presente casuística observa-se haver correlação altamente significativa entre o incremento de percentual de velocidade induzida pela injeção intra-arterial de papaverina e a perviedade a curto prazo da derivação arterial.

Houve trombose em 5,9% dos casos em que o incremento de velocidade foi igual ou superior a 100%, enquanto que nos casos em que o incremento foi menor, 46,7% das deriva

ções ocluíram.

Os tres casos que exigiram correção da anastomose por ter sido detectada importante imperfeição técnica mostraram incremento de velocidade abaixo de 100%. Este achado inclui esses casos no grupo de pacientes cuja restauração arterial apresenta alto risco de obstrução precoce.

Um dos objetivos desse estudo foi encontrar um método menos trabalhoso que a arteriografia per-operatória para controle da qualidade da anastomose distal da derivação. Apesar de não se pretender negligenciar a importância desse procedimento, os resultados do presente estudo sugerem que quando ocorre duplicação da velocidade Doppler-derivada do sangue após injeção de papaverina no enxerto arterial existe grande margem de segurança para considerar a anastomose distal de boa qualidade técnica, podendo ser desconsiderada a necessidade da realização da arteriografia per-operatória. Por outro lado, quando a duplicação não ocorre, a arteriografia se impõe uma vez que o fenômeno pode ser decorrente de imperfeição técnica ao nível da anastomose distal, como ocorreu em tres dos 18 casos que não responderam satisfatoriamente à injeção de papaverina. Comprovando-se a existência de defeito técnico, este deve ser corrigido. Não havendo imper-

feição, o caso se apresentará como de risco aumentado quanto à manutenção da perviedade do enxerto a curto prazo.

A correlação entre defeito técnico e ausência de duplicação de fluxo deve ser considerada, no entanto, com critério uma vez que deve ser levado em conta que os distúrbios hemodinâmicos somente ocorrem quando ultrapassada a chamada estenose crítica da artéria que, mesmo na vigência de velocidade aumentada por efeito de vaso-dilatação, se situa em torno de 60 a 70% de comprometimento da luz da artéria (55 61).

Vale ressaltar que alguns pesquisadores, utilizando o fluxômetro eletromagnético, não encontraram correlação entre o percentual de incremento de fluxo proporcionado pela injeção de papaverina e a perviedade da restauração (59). Apesar de não fazerem menção à oportunidade em que as medidas foram realizadas, parece ser importante que elas ocorram precocemente em relação ao momento do restabelecimento da perfusão, isto é, imediatamente após a abertura das pinças de he mostasia temporária já que em pouco tempo ocorre a hiperemia fisiológica que pode mascarar os resultados (32 75).

Compreende-se, portanto, que os fenômenos que contribuem para a manutenção da perviedade a curto prazo de uma

derivação arterial são de ordem hemodinâmica que dificilmente podem ser avaliados com base em aspectos anatômicos, clínicos ou laboratoriais. Excluídos os transtornos hemodinâmicos que podem ser causados por defeitos técnicos das anastomoses arteriais, persistirão aqueles relacionados com o sistema arterial de defluxo que deve ser considerado em todos os seus componentes e não somente quanto aos seus principais troncos arteriais. A resistência oferecida por esse sistema é constituída pelos componentes de cada um dos patamares que constituem o sistema, até o leito arteriolar e capilar.

A importância desse conceito global de resistência periférica é bem caracterizada pelos estudos que conseguiram estabelecer correlação entre a medida da resistência periférica e a perviedade da derivação arterial (³).

Deve ser enfatizado que é essencial para o bom sucesso da restauração arterial, especialmente para aquela realizada abaixo do ligamento inguinal, a extrema preocupação do cirurgião para com a qualidade técnica do procedimento. Para controle dessa qualidade a arteriografia deve ser considerada de suma importância enquanto que as medidas per-operatórias de fluxo ou velocidade podem desempenhar papel de exame

de seleção para os casos que necessitam do controle angiográ
fico além de permitirem estabelecer critérios prognósticos
valiosos quanto à manutenção da perviedade da restauração, pe
lo menos a curto prazo.

6. CONCLUSÕES

1. O velocímetro Doppler ultra-som apresenta correlação linear com o fluxômetro eletromagnético até valores de fluxo de 250 ml/min. Além desses valores não há correlação linear entre a resposta do velocímetro e do fluxômetro.

2. O velocímetro Doppler ultra-som pode substituir o fluxômetro eletromagnético na quantificação de modificações de velocidade que ocorrem em fenômenos hemodinâmicos, dentro dos limites de correlação entre a resposta do velocímetro e o fluxômetro.

3. O teste da papaverina é útil para selecionar os casos submetidos a restauração arterial abaixo do ligamento inguinal quanto à necessidade de controle angiográfico per-

operatório para controle da qualidade técnica da anastomose distal.

4. Há correlação altamente significativa entre o aumento percentual de velocidade pela derivação arterial induzido por injeção intra-arterial de papaverina e a manutenção da perviedade da derivação a curto prazo.

5. Não foi observado correlação entre o prognóstico da perviedade a curto prazo e os seguintes parâmetros clínicos e laboratoriais:

- a) caracterização clínica da isquemia;
- b) caracterização dopplerimétrica da isquemia;
- c) caracterização radiológica do comprometimento dos vasos de defluxo;
- d) associação de diabetes mellitus, e
- e) tipo de substituto arterial empregado, considerando-se a veia umbilical humana preservada e a veia safena autóloga.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDERSEN, L.I.; NIELSEN, D.M. & HANSEN, H.J.B. - Umbilical vein bypass in patients with severe lower limb ische mia: a report of 121 consecutive cases. Surgery, 97(3): 293-299, 1985.
2. ARCHIE, J.P. & FELDTMAN, R.W. - Determination of the he modynamic significance of iliac artery stenosis by non invasive Doppler ultrasonography. Surgery, 91(4): 419-424, 1982.
3. ASCER, E.; VEITH, F.J.; MORIN, L.; LESSER, M.L.; GUPTA, S. K.; SAMSON, R.H.; SCHER, L.A. & WHITE-FLORES, S.A. - Components of outflow resistance and their correlation with graft patency in lower extremity arterial recon

- structions. J.Vasc.Surg., 1(6):817-828, 1984.
4. BARNER,H.B.; JUDD,D.R.; KAISER,G.C.; WILLMAN,V.L. & HANLON,R. - Blood flow in femoropopliteal bypass vein grafts. Arch. Surg., 96:619-627, 1968.
 5. BARNER,H.B.; KAMINSKI,D.L.; CODD,J.E.; KAISER,G.C. & WILLMAN,V.L. - Hemodynamics of autogenous femoropopliteal by-pass. Arch. Surg., 109:291-293, 1974.
 6. BARRINGER,M.; POOLE,G.V.; SHIRCLIFFE,A.C.; MEREDITH,J.W.; HIGHTOWER,F. & PLONK,G.W.Jr. - The diagnosis of aortoiliac disease. A noninvasive femoral cuff technique. Ann. Surg., 197(2):204-209, 1983.
 7. BENDICK,P.J.; GLOVER,J.L.; KUEBLER,T.W. & DILLEY,B.S. - Progression of atherosclerosis in diabetes. Surgery, 93(6):834-838, 1983.
 8. BERGUER,R. & Hwang,N.H.C. - Critical arterial stenosis. A theoretical and experimental solution. Ann. Surg., 180(1):39-50, 1974.

9. BERNHARD,V.M. - Intraoperative monitoring of femorotibial bypass grafts. Surg. Clin. N. Amer., 54(1):77-84, 1974.
10. BERNHARD,V.M. - Bypass to the popliteal and infrapopliteal arteries. In: Rutherford,R.B., Vascular surgery, Philadelphia, W.B.Saunders C^o, 1984, pp.607-619.
11. BERNHARD,V.M.; ASHMORE,C.S.; RODGERS,R.E. & EVANS,W.E. - Operative blood flow in femoral-popliteal and femoral-tibial grafts for lower extremity ischemia. Arch. Surg., 103:595-599, 1971.
12. BERNHARD,V.M.; KAYSER,K.; GUTIERREZ,J.E.; WILSON,S.D.; RODGERS,R.E. & ELLISON,E.N. - Salvage of the ischemic limb. JAMA, 204(3):142-148, 1968.
13. BERNSTEIN,E.F; MURPHY,A.E.; SHEA,M.A. & HOUSMAN,L.B. - Experimental and clinical experiences with transcutaneous Doppler ultrasonic flowmeters. Arch. Surg., 101:21-25, 1970.

14. BLISS, B.P. - Pressure, flow and peripheral resistance measurements during surgery for femoro-popliteal occlusion (Preliminary observations on 21 limbs). Scand. J. Clin. Lab. Invest., suppl., 128(31):179-183, 1973.
15. BOONTJE, A.H. - The Biograft for femoropopliteal bypass. J. Cardiovasc. Surg., 24:497-502, 1983.
16. BOWALD, S.; ERIKSSON, I. & FAGERBERG, S. - Intraoperative angiography in arterial surgery. Acta Chir. Scan., 144:463-469, 1978.
17. BRUM, O.F.; GROSHAR, D.; CHIYOSHI, F.; MELLO AFONSO, C.A.R.; FILIPPO, R.; ARRUDA, S. & LEMOS CORDEIRO, G.C. - Avaliação das lesões obstrutivas aorto-iliacas pelo Doppler ultrassom (Estudo comparativo com a arteriografia). Rev. Imagem, 5(1):17-24, 1983.
18. BUNT, T.J.; MANSHIP, L. & MOORE, W. - Iatrogenic vascular injury during peripheral revascularization. J. Vasc. Surg., 2(3):491-498, 1985.

19. CODD, J.E.; BARNER, H.B.; KAMINSKI, D.L.; RAMEY, A.; GARVIN, P.J.; KAISER, G.C. & WILLIAM, V.L. - Extremity revascularization. A decade of experience. *Amer. J. Surg.*, 138: 770-776, 1979.
20. COURBIER, R.; JAUSSEAN, J.M. & REGGI, M. - Detecting complications of direct arterial surgery. *Arch. Surg.*, 112: 1115-1118, 1977.
21. CRAVER, J.M.; OTTINGER, L.W.; DARLING, R.C.; AUSTEN, W.G.; LINTON, R.R. - Hemorrhage and thrombosis as early complications of femoropopliteal bypass grafts: causes, treatment and prognostic implications. *Surgery*, 74(6):839-845, 1973.
22. CRONESTRAND, R.; EKESTROM, S. & HAMBRAEUS, G. - Per- and postoperative flow measurements after femoral-popliteal arterial reconstructions. *Scand. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2:128-132, 1968.
23. CROWLEY, J.G. - Intraoperative angiography. *Amer. Surg.*, 46:328-332, 1980.

24. DARDIK, H.; IBRAHIM, I. M.; SUSSMAN, B.; TURNER, R. J.; ISRAEL, M.; KAHN, M. & DARDIK, I. - Clinical and morphological assessment of long-term human umbilical cord vein implants employed as vascular conduits. *Vasc. Surg.*, 14:175-185, 1980.
25. DEAN, R. H.; YAO, J. S. T.; STANTON, P. E. & BERGAN, J. J. - Prognostic indicators in femoropopliteal reconstructions. *Arch. Surg.*, 110:1287-1293, 1975.
26. DEDICHEN, H. - Hemodynamics in arterial reconstructions of the lower limb. I. Blood flow. *Acta Chir. Scand.*, 142:213-220, 1976.
27. DeWEESE, J. A. & ROB, C. G. - Autogenous venous grafts ten years later. *Surgery*, 82(6):775-784, 1977.
28. DOLGIN, C.; COLLINS, R.; MARTIN, E.; VOORHEES, A. B. & NOWY-GROD, R. - The prognostic value of the noninvasive vascular laboratory in autologous vein bypasses of the lower extremities. *J. Cardiovasc. Surg.*, 24:231-234, 1983.

29. DOWNS, A.R. & MORROW, I.M. - Angiographic assessment of autogenous vein grafts. *Surgery*, 72(5):699-707, 1972.
30. ENGELL, H.C. & LAURIDSEN, P. - The use of a square-wave electromagnetic flowmeter in reconstructive vascular surgery. *J. Cardiovasc. Surg.*, 66(7):283-288, 1966.
31. FAIRBAIRN, J.F.; JUERGENS, J.L. & SPITTEL, J.A. - Peripheral vascular diseases. Philadelphia, W.B.Saunders Co, 1972.
32. FONSECA, F.P. - Fluxometria eletromagnética para avaliação imediata de restaurações arteriais. *Cirurg. Vasc. Angiol.*, 1(1):28-33, 1985.
33. GOLDING, A.L. & CANNON, J.A. - Application of electromagnetic bloodflowmeter during arterial reconstruction. Results in conjunction with papaverine in 47 cases. *Ann. Surg.*, 164(4):662-677, 1966.

34. GOLDMAN, M.D.; SIMPSON, D.; HAWKER, R.J.; NORCOTT, H.C. & McCOLLUM, C.N. - Aspirin and dipyridamole reduce platelet deposition on prosthetic femoro-popliteal grafts in man. *Ann. Surg.*, 198(6):713-716, 1983.
35. GOODMAN, A.H. & LOEWENTHAL, J. - The use of a magnetic flowmeter in vascular surgery. *Med. J. Aust.*, 2:794-797, 1966.
36. GOTTLOB, R.; STOCKINGER, L. & GESTRING, G.F. - Conservation of veins with preservation of viable endothelium. *J. Cardiovasc. Surg.*, 23:109-116, 1982.
37. GREENSTEIN, A.J. & MANNICK, J.A. - Effect of restricted outflow on the early patency of arterial grafts. *Surg. Forum*, 17:140-141, 1966.
38. HAIMOVICI, H. - Ideal arterial graft: an unmet challenge. Scope and limitations. *Surgery*, 92:117-119, 1982.

39. HARRISON, L.H. - Historical aspects in the development of venous allografts. *Ann. Surg.*, 183(2):101-106, 1976.

40. HEALEY, S.J.; WHEELER, H.B.; CRANE, C. & WARREN, R. - Reconstructive operations for aortoiliac obliterative disease. Results and reflections from an eleven-year experience. *New Eng. J. Med.*, 271(27):1386-1391, 1964.

41. HERRING, M.; GARDNER, A. & GLOVER, J. - A single-staged technique for seeding vascular grafts with autogenous endothelium. *Surgery*, 84(4):498-504, 1978.

42. HERSHEY, F.B. & CALMAN, C.H. - Atlas of vascular surgery. Saint Louis, C.V. Mosby Co., 1973.

43. HESS, F.; JERUSALEM, C. & BRAUN, B. - A fibrous polyurethane microvascular prosthesis. *J. Cardiovasc. Surg.*, 24: 509-515, 1983.

44. HIATT, J.G.; RAVIOLA, C.; BAKER, J.D.; BUSUTTIL, R.W.; MACH-
LEDER, H.I. & MOORE, W.S. - The limitations of predictabi-
lity of success of femoro-popliteal bypass grafts. J.
Vasc. Surg., 1(5):617-622, 1984.
45. IRVINE, W.T.; BOOTH, R.A.D. & MYERS, K. - Arterial surgery
for aorto-iliac occlusive vascular disease. Early and la
te results in 238 patients. Lancet, 1:738-741, 1972.
46. KEITZER, W.F.; LICHTI, E.L.; BROSSART, F.A. & DeWEESE, M. -
Use of the Doppler ultrasonic flowmeter during arterial
vascular surgery. Arch. Surg., 105:308-312, 1972.
47. KEITZER, W.F.; LICHTI, E. & DeWEESE, M. - Use of the ultra-
sonic flowmeter (Doppler) during vascular reconstruction,
Missouri Med., 67:366-369, 1970.
48. KOLIN, A. - An electromagnetic flowmeter: principle of
method and its application to bloodflow measurement.
Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 35:53-62, 1936.

49. LAMOTTE, M. - Estadística biológica. Principios fundamentales. Barcelona, Toray-Masson, 1965.
50. LICALZI, L.K. & STANSEL, H.C.Jr. - The closure index: prediction of long-term patency of femoropopliteal vein grafts. *Surgery*, 91(4):413-418, 1982.
51. MALONE, J.M.; MOORE, W.S. & GOLDSTONE, J. - The natural history of bilateral aortofemoral by-pass grafts for ischemia of the lower extremities. *Arch. Surg.*, 110:1300-1306, 1975.
52. MANNICK, J.A. & JACKSON, B.T. - Hemodynamics of arterial surgery in atherosclerotic limbs. I. Direct measurement of blood flow before and after vein grafts. *Surgery*, 59(5):713-720, 1966.
53. MANNICK, J.A.; JACKSON, B.T.; COFFMAN, J.D. & HUME, D.M. - Success of bypass vein grafts in patients with isolated popliteal artery segments. *Surgery*, 61(1):17-25, 1967.

54. MAURER,P.; SCHERER,H.; FROST,H. & BLUMEL,G. - Arterial prosthesis of lyophilised human dura orogin: healing fate, scanning electron microscopy and fibrinolytic autography of graft endothelium. J. Cardiovasc. Surg., 15: 373-379, 1974.
55. McDONALD,D.A. - Blood flow in arteries. Baltimore, The Williams & Wilkins C^o, 1974.
56. MILLER,V.M. - Femoropopliteal bypass graft patency. An analysis of 156 cases. Ann. Surg., 180(1):35-38, 1974.
57. MOORE,W.S. & MALONE,J.M. - Effect of flow rate and vessel calibre on critical arterial stenosis. J. Surg. Res., 26:1-9, 1979.
58. MORTON,D.L.; EHRENFELD,W.K.; WYLIE,E.J. - Significance of outflow obstruction after femoral-popliteal endarterectomy. Arch. Surg., 94:592-597, 1967.

59. MUNDTH, E.D.; DARLING, R.C.; MORAN, J.M.; BUCKLEY, M.J.; LINTON, R.R. & AUSTEN, W.G. - Quantitative correlation of distal arterial outflow and patency of femoro-popliteal reversed saphenous vein grafts with intraoperative flow and pressure measurements. *Surgery*, 65(1):197-206, 1969.
60. NEIMANN, H.L. & YAO, J.S.T. - Angiography of vascular disease. New York, Churchill Livingstone, 1985.
61. NICOLAIDES, A.N. - The preoperative selection of patients - what must the surgeon know? In: Bernstein, E.F., Non-invasive diagnostic techniques in vascular disease. Saint Louis, C.V. Mosby Co., 1982.
62. OCHSNER, J.L.; LAWSON, J.D.; ESKIND, S.J.; MILLS, N.L. & DeCAMP, P.T. - Homologous veins as an arterial substitute - long-term results. *J. Vasc. Surg.*, 1(2):306-313, 1984.
63. PEARCE, W.H.; YAO, J.S.T. & BERGAN, J.J. - Noninvasive vascular diagnostic testing. *Curr. Probl. Surg.*, 20(8): 464-537, 1983.

70. SATOMURA,S. & KANEKO,Z. - Ultrasonic blood rheograph.
Proc. 3rd. Intl. Conf. Med. Electronics, 1960:254-258.
71. SCHENK,W.G.; MENNO,A.D.; MURRAY,H.A. & DRAPANAS,T. -
Application of the electromagnetic flowmeter to vascular
studies in human patients. Surgery, 48(1):211-220, 1960.
72. SCHMIDT,S.P.; HUNTER,T.J.; SHARP,W.V.; MALINDZAK,G.S &
EVANCHO,M.M. - Endothelial cell-seeded four millimeter
Dacron vascular grafts: effects of blood flow manipula-
tion through the grafts. J. Vasc. Surg., 1(3):434-441,
1984.
73. SHUMACKER,H.B.Jr. - Mileposts in arterial surgery. In:
Bergan,J.J. & Yao,J.S.T. , Evaluation and treatment of
upper and lower extremity circulatory disorders. Orlan-
do, Grune & Stratton Inc., 1984.
74. SIGEL,B.; COELHO,J.C.U.; FLANIGAN,P.D.; SCHULER,J.J.;
MACCHI,J. & BEITLER,J.C. - Detection of vascular defects
during operation by imaging ultrasound. Ann. Surg.,
196(4)-473-479, 1982.

75. SIMEONE, F.A. & HUSNI, E.A. - The hyperemia of reconstructive arterial surgery. *Ann. Surg.*, 150(4):575-585, 1959.
76. SOMOGYI, E.; SOTONYI, P.; NEMES, A. & SOLTESZ, L. - Experimental observations regarding the applicability of calf carotid xenograft in vascular surgery. *J. Cardiovasc. Surg.*, 21:723-726, 1980.
77. STEPHEN, M.; LOEWENTHAL, L.; LITTLE, J.M.; MAY, J. & SHEIL, A.G.R. - Autogenous veins and velour Dacron in femoropopliteal arterial bypass. *Surgery*, 81(3):314-318, 1977.
78. STIPA, S. & WHEELLOCK, F.C. Jr. - A comparison of femoral artery grafts in diabetic and nondiabetic patients. *Amer. J. Surg.*, 121:223-228, 1971
79. STRANDNESS, D.E.; KENNEDY, J.W.; JUDGE, T.P. & McLEOD, F.D. - Transcutaneous directional flow detection: a preliminary report. *Amer. Heart J.*, 78(1):65-74, 1969.

80. STRANDNESS,D.E.; McCUTCHEON,E.P. & RUSHMER,R.F. - Application of a transcutaneous Doppler flowmeter in evaluation of occlusive arterial disease. Surg. Gynec. Obstet., 122:1039-1045, 1966.
81. STRANDNESS,D.E. & SUMNER,D.S. - Hemodynamics for surgeons. New Yprk, Grune & Stratton, 1975.
82. SZILAGYI,D.E. - Vascular substitutes,1981. Achievements, disappointments, prospects. J. Cardiovasc. Surg., 23: 183-193, 1982.
83. SZILAGYI,D.E.; HAGEMAN,J.H.; SMITH,R.F.; ELLIOTT,J.P.; BROWN,F. & DIETZ,P. - Autogenous vein grafting in femoro popliteal atherosclerosis: the limits of its effectiveness. Surgery, 86(6):836-851, 1979.
84. TERRY,H.J. - The electromagnetic flowmeter. In: Verstraete,M., Methods in angiology, The Hague, Martinus Nijhoff Publishers, 1980. pp:21-37.

85. TERRY,H.J.;ALLAN,J.S. & TAYLOR,G.W. - The relationship between blood-flow and faillure of femoropopliteal reconstructive arterial surgery. Brit. J. Surg., 59(7):549-551, 1972.
86. TERRY,H.J. & TAYLOR,G.W. - Quantitation of flow in femoro-popliteal grafts. Surg. Clin. N. Amer., 54(1):85-94, 1974.
87. THACKER,J.G.; RODEHEAVER,G.; MOORE,J.W.; KAUZLARICH,J.J.; KURTZ,L.; EDGERTON,M.T. & EDLICH,R.F. - Mechanical performance of surgical sutures. Amer. J. Surg., 130:374-380, 1975.
88. TRIER,W.C. - Considerations in the choice of surgical needles. Surg. Gynec. Obstet., 149:84-94, 1979.
89. VOLLMAR,J. - Cirugia reparadora de las arterias. Barcelona, Ed.Toray S.A., 1977.

90. WETTERER, E. - A new method of measuring blood flow in unopened vessels. Z. Biol., 9:26-29, 1937.
91. WHITTEMORE, A.D.; CLOWES, A.W.; COUCH, N.P. & MANNICK, J.A. - Complications of vascular repair below the inguinal ligament. In: Bernhard, V.M. & TOWNE, J.B., Complications in vascular surgery, New York, Grune & Stratton, 1980. pp: 97-106.
92. YAO, J.S.T. - Hemodynamic studies in peripheral arterial disease. Brit. J. Surg., 57:761-765, 1970.
93. YAO, J.S.T. - Ultrasound in the transcutaneous assessment of blood flow. Brit. J. Med., 65:521-528, 1972.
94. YAO, J.S.T.; HOBBS, J.T. & IRVINE, W.T. - Ankle systolic pressure measurements in arterial disease affecting the lower extremities. Brit. J. Surg., 56(9):676-679, 1969.

95. ZAMMIT, M.; KAPLAN, S.; SAUVAGE, L.R.; MARCOE, K.F. & WU, H. D. - Aspirin therapy in small-caliber arterial prosthesis: long-term experimental observations. *J. Vasc. Surg.*, 1(6):839-851, 1984.