



JOSÉ ANDRÉ CARVALHO

**VANTAGENS NA PROTETIZAÇÃO DE AMPUTADOS
TRANSTIBIAIS SUBMETIDOS A TÉCNICAS CIRÚRGICAS
NÃO CONVENCIONAIS**

***“ADVANTAGES OF BELOW KNEE AMPUTEES
PROSTHETIZATION SUBJECTED TO NON-CONVENTIONAL
SURGICAL TECHNIQUES”***

CAMPINAS

2012



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Ciências Médicas

JOSÉ ANDRÉ CARVALHO

**VANTAGENS NA PROTETIZAÇÃO DE AMPUTADOS
TRANSTIBIAIS SUBMETIDOS A TÉCNICAS CIRÚRGICAS
NÃO CONVENCIONAIS**

Orientador: Dr. BRUNO LIVANI

***“ADVANTAGES OF BELOW KNEE AMPUTEES
PROSTHETIZATION SUBJECTED TO NON-CONVENTIONAL
SURGICAL TECHNIQUES”***

Tese de Doutorado apresentada à Pós-Graduação em Ciências da Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp para obtenção do título de Doutor em Ciências

Doctorate thesis presented to the Surgery Sciences Postgraduation Programme of the School of Medical Sciences of the University of Campinas to obtain the Ph.D grade in Sciences.

Este exemplar corresponde à versão final da tese
Defendida pelo aluno José André Carvalho e
Orientada pelo Prof. Dr. Bruno Livani.

Assinatura do Orientador

**CAMPINAS
2012**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARISTELLA SOARES DOS SANTOS – CRB8/8402
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
UNICAMP

C253v Carvalho, José André, 1970-
Vantagens na protetização de amputados transtibiais
submetidos a técnicas cirúrgicas não convencionais /
José André Carvalho. -- Campinas, SP : [s.n.], 2012.

Orientador : Bruno Livani.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Amputação. 2. Prótese. 3. Reabilitação. 4.
Extremidade inferior. I. Livani, Bruno. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas.
III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Advantages of below knee amputees' prosthetization subjected to non-conventional surgical techniques.

Palavras-chave em inglês:

Amputation

Prosthesis

Rehabilitation

Lower extremity

Área de concentração: Fisiopatologia Cirúrgica

Titulação: Doutor em Ciências

Banca examinadora:

Bruno Livani [Orientador]

Antonio Gonçalves de Oliveira Filho

Fabio Hüsemann Menezes

Mauricio Kfuri Junior

José Victor Maniglia

Data da defesa: 22-10-2012

Programa de Pós-Graduação: Ciências da Cirurgia

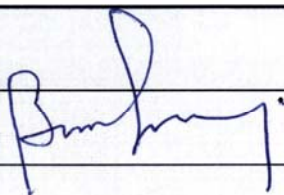
Banca Examinadora da Defesa de Doutorado

José André Carvalho

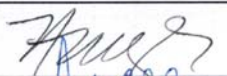
Orientador: Prof. Dr. Bruno Livani

Membros:

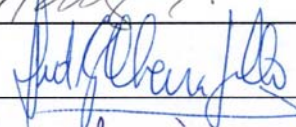
1. Prof(a). Dr(a). Bruno Livani -



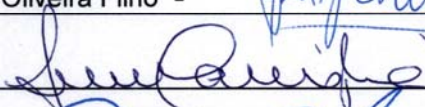
2. Prof(a). Dr(a). Fabio Husemann Menezes-



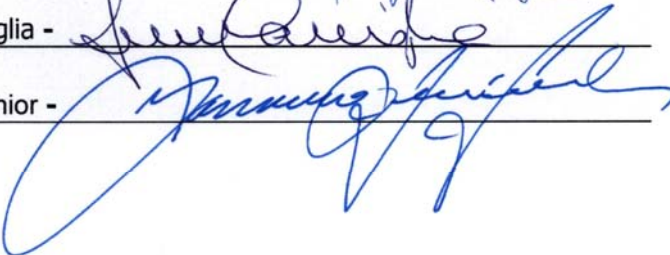
3. Prof(a). Dr(a). Antonio Gonçalves de Oliveira Filho -



4. Prof(a). Dr(a). Jose Victor Maniglia -



5. Prof(a). Dr(a). Maurício Kfuri Junior -



Curso de Pós-Graduação em Ciências da Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

Data: 22/10/2012

À minha querida esposa
Simone e
aos meus filhos
Pedro,
Gabriel e
Matheus.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dra. Ilka de Fátima Santana Ferreira Boin.

Ao meu orientador Dr. Bruno Livani.

Aos professores participantes da banca examinadora.

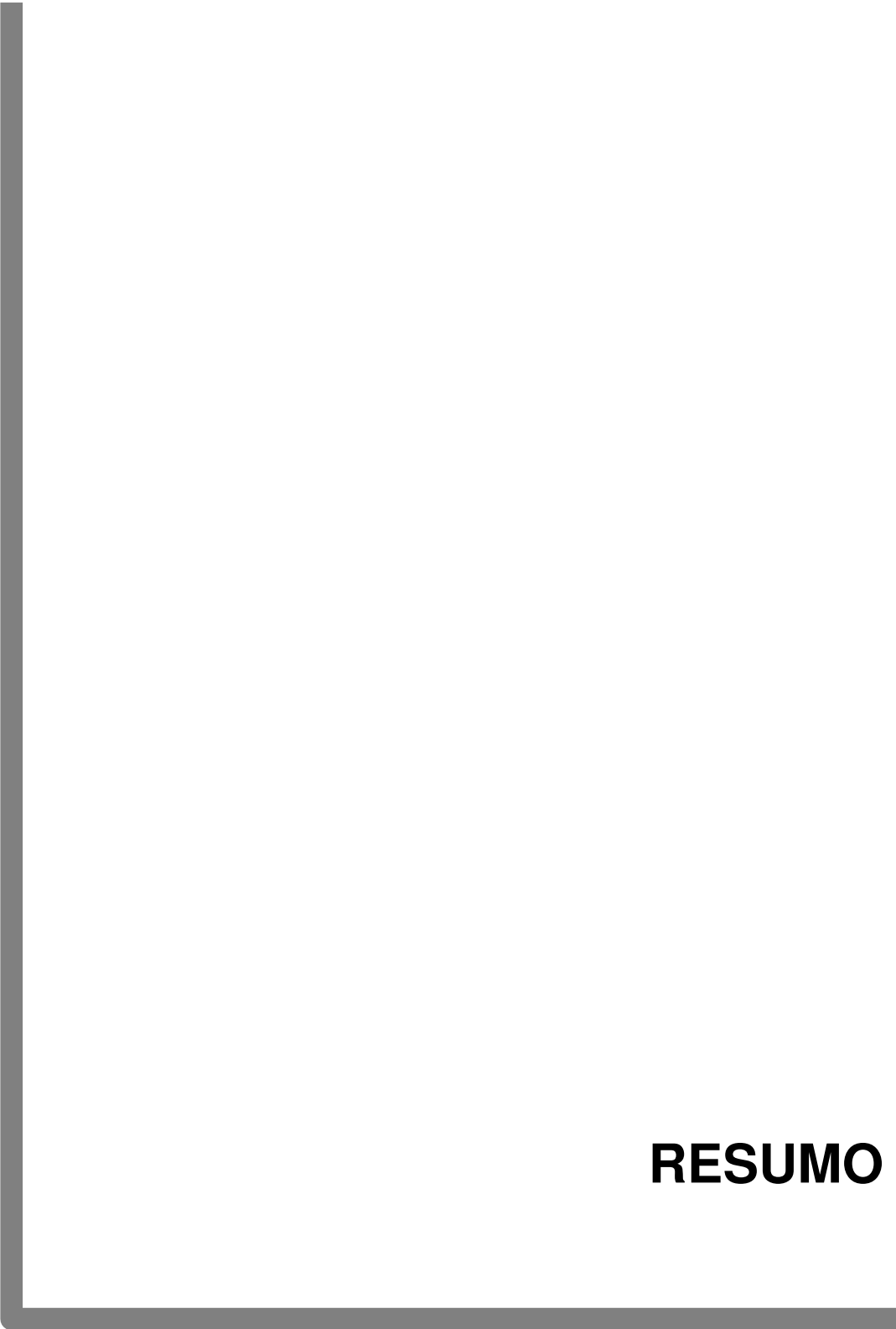
À Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

Ao Hospital das Clínicas da Unicamp.

Aos Hospitais Celso Pierro, Dr. Mario Gatti e Hospital Ouro Verde.

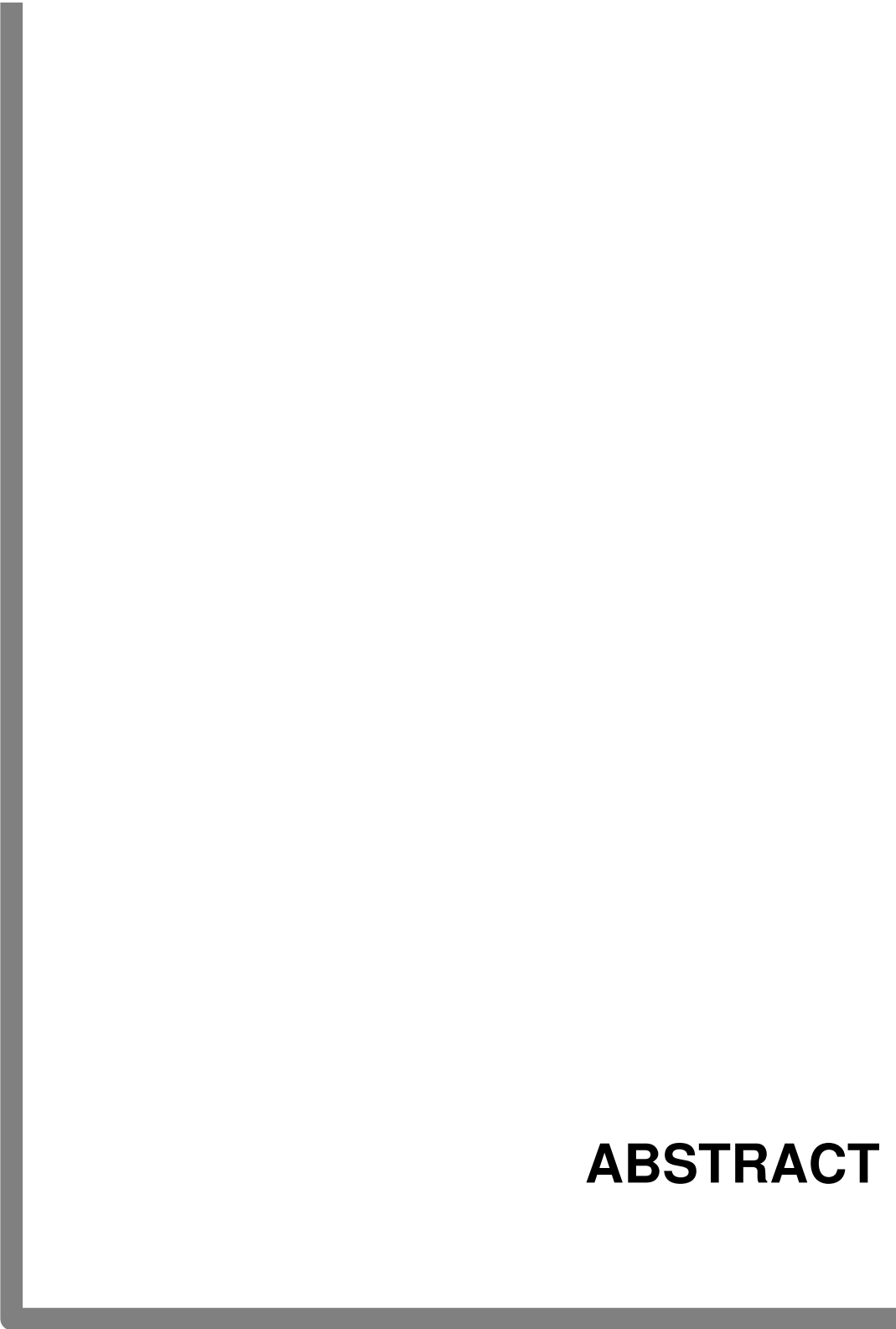
À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Aos pacientes participantes dos estudos e seus familiares.



RESUMO

A escolha do nível de amputação e da técnica cirúrgica a ser adotada nas amputações dos membros inferiores deve ser avaliada com muita atenção, pois influenciará diretamente na reabilitação física e na protetização do amputado. A preservação da articulação do joelho permitirá ao amputado uma marcha mais fisiológica e o processo de reabilitação mais funcional. Em situações específicas como nos traumas ortopédicos com lesão grave do membro inferior, a opção por uma amputação transtibial realizada imediatamente abaixo da tuberosidade tibial com manutenção da inserção do tendão patelar, pode resultar em cotos extremamente curtos, porém cotos funcionais. Amputados com cotos transtibiais extremamente curtos, com comprimento ósseo médio de 4,4cm, ao final do tratamento encontravam-se plenamente adaptados às próteses e satisfeitos com a qualidade de marcha após a reabilitação. Em situações eletivas, a indicação de amputações transtibiais clássicas podem ser substituídas por amputações com periosteoplastia tibio-fibular ou amputações com o uso do retalho plantar neuro-vascular pediculado e com fusão do calcâneo à tíbia. Os pacientes submetidos à técnica de periosteoplastia apresentaram grande capacidade na realização de descarga distal sem dor, durante a utilização de suas próteses. Pacientes submetidos às amputações transtibiais com uso do retalho plantar neuro-vascular pediculado e com fusão do calcâneo à tíbia, apresentaram como resultado um coto ósseo distal bastante estável, com maior área terminal para descarga de peso e fixação do próprio soquete protético, contribuindo muito no processo de reabilitação. Nestas três situações distintas, realizadas com técnicas cirúrgicas não convencionais, como nos cotos transtibiais extremamente curtos, na perioplastia tibio-fibular e com uso retalho plantar neuro-vascular pediculado e fusão do calcâneo à tíbia; excelentes resultados puderam ser observados no processo de reabilitação e na confecção customizada das próteses, quando comparada com as amputações transtibiais clássicas.



ABSTRACT

The choice of the level of amputation and surgical technique to be adopted in lower limb amputations should be assessed carefully, because it will influence directly on the fitting and physical rehabilitation of the amputee. The preservation of the knee joint renders the amputee a more physiological gait and a more functional process of rehabilitation. In specific situations, such as orthopedic trauma with severe lower limb injury, the option for a transtibial amputation performed just below the tibial tuberosity, with maintenance of the insertion of the patellar tendon, can result in extremely short, stumps, but functional stumps. Transtibial amputees with stumps extremely short, with an average bone length of 4.4cm, were fully adapted to the prostheses and satisfied with the quality of gait after rehabilitation. In elective situations, the classical transtibial amputations can be substituted by amputations with tibio-fibular periosteoplasty or the use of a neuro-vascular pediculated plantar flap graft, with fusion of the calcaneus to the tibia. Patients undergoing periosteoplasty technique presented a painless and high capacity terminal discharge during use of the prostheses. Patients submitted to a neuro-vascular pediculated plantar flap graft with fusion of the calcaneus to the tibia, presented a stable distal bone stump with a larger distal bearing area and better fixation of the prostheses, contributing positively to the rehabilitation process. In these three different situations, that made use of no conventional surgical techniques, as in the extremely short leg stumps, tibio-fibular periosteoplasty and the use of a neuro-vascular pediculated plantar flap graft, with fusion of the calcaneus to the tibia; excellent results may be achieved in the rehabilitation process and in the fitting of custom prostheses, when compared with traditional transtibial amputations.

LISTA DE ABREVIATURAS

AP-	Antero-posterior
IBGE-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICEROSS-	Icelandic Roll On Silicone Socket
KBM-	Kondylen Bettung Münster
PTB-	Patellar Tendon Bearing
PTS-	Prothese Tibiale Supracondylienne
VASS-	Vaccum Assisted Socket System

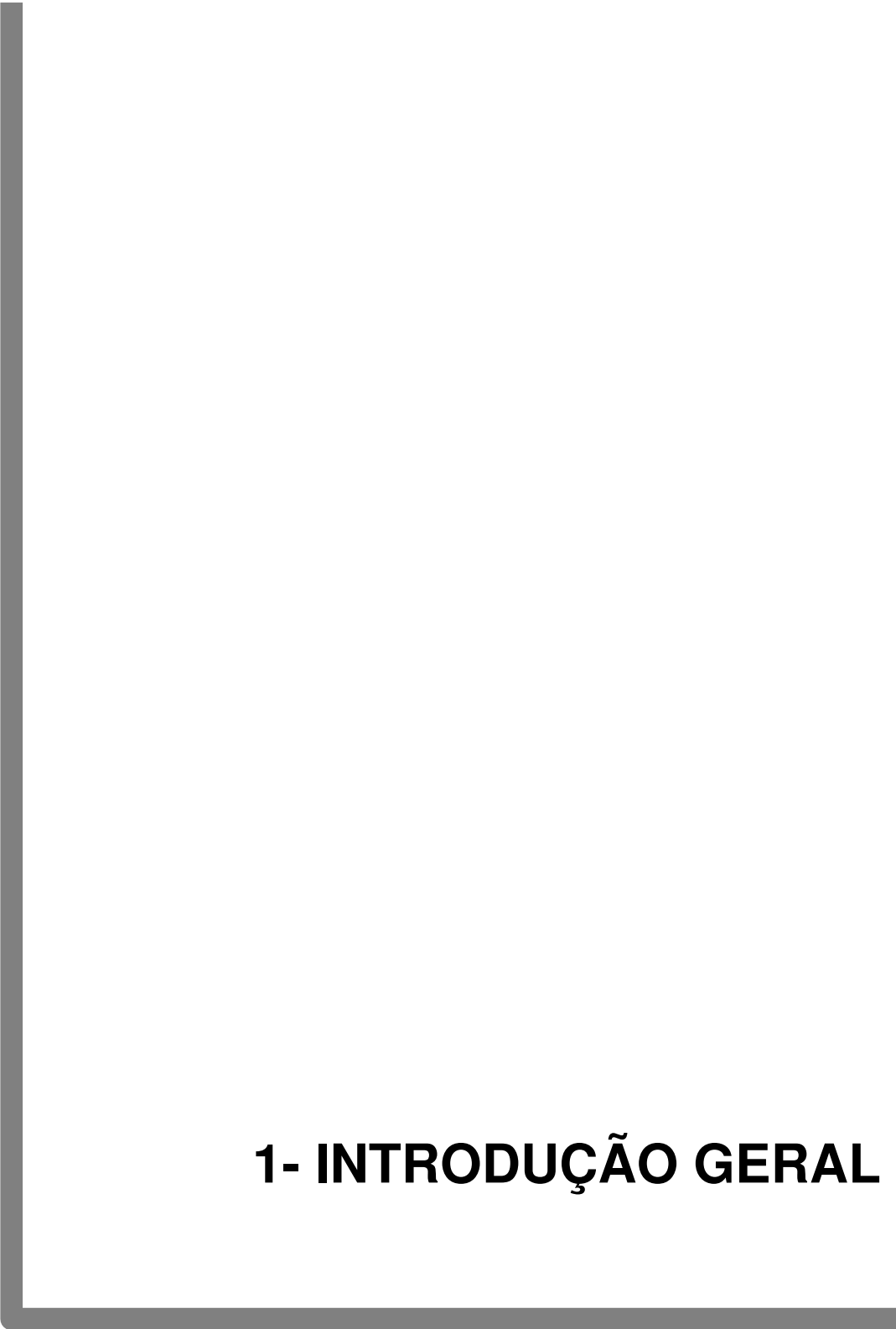
LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1- Joelho e pé com componentes em madeira utilizado nas próteses exoesqueléticas.....	19
Figura 2- Componentes modulares utilizados nas próteses endoesqueléticas.....	20
Figura 3a- Radiografias em AP e Perfil com periosteoplastia tíbio-fibular.....	22
Figura 3b- Paciente com soquete protético realizando descarga de peso distal.....	22
Figura 3c- Paciente com prótese durante período de reabilitação.....	22
Figura 4a- Radiografia em Perfil com fusão calcâneo à tibia.....	23
Figura 4b- Paciente realizando descarga de peso total sobre o coto de amputação.....	23
Figura 4c- Paciente protetizado com fixação posterior realizada acima do calcâneo.....	23
Figura 5a- Radiografia em AP em coto transtibial extremamente curto sem cabeça da fíbula.....	23
Figura 5b- Coto transtibial extremamente curto.....	23
Figura 5c- Paciente protetizado com soquete de contato total.....	23

Figuras 6-	Amputações de ante-pé com desarticulações metatarso-falangianas.....	25
Figura 7-	Amputação parcial de pé - Nível Lisfranc.....	26
Figura 8-	Amputação de retro-pé - Nível Chopart.....	26
Figuras 9-	Prótese para Lisfranc com fixação acima dos maléolos e com janela posterior utiliza nas amputações de Chopart.....	26
Figura 10-	Amputação de Pirogoff.....	28
Figura 11-	Desarticulação de Syme com preservação da sindesmose tíbio-fibular.....	28
Figura 12-	Desarticulação de Syme com preservação da sindesmose tíbio-fibular.....	29
Figura 13-	Amputação transtibial em 1/3 médio.....	30
Figura 14-	Encaixe tipo PTB com suspensão supra-condiliana.....	32
Figura 15-	Encaixe PTS com fixação supra-condiliana e supra-patelar...	32
Figura 16-	Encaixe KBM com fixação supra-condiliana.....	33
Figura 17-	Sistema de soquete composto por encaixe de silicone com pino de fixação.....	33
Figura 18-	Sistema de soquete composto por encaixe de silicone anéis de vedação e válvula de expulsão.....	34
Figura 19-	Encaixe de suspensão á vácuo com joelheira de vedação.....	35
Figura 20-	Desarticulação de joelho.....	37

Figura 21-	Prótese para desarticulação de joelho com suspensão supra-condiliana e descarga terminal.....	37
Figura 22-	Amputação transfemoral e as deformidades clássicas em flexão de quadril e abdução.....	38
Figura 23-	Amputado transfemoral com soquete de contenção isquiática.....	39
Figura 24-	Desarticulação de quadril.....	40
Figura 25-	Paciente desarticulado de quadril com prótese no plano frontal e sagital.....	40

	Pág.
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1- INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2- OBJETIVOS.....	41
3- CAPÍTULOS.....	43
3.1- Capítulo 1- A case series featuring extremely short below-knee stumps.....	44
3.2- Capítulo 2- Sensate calcaneal flap in leg amputation: experience in eight patients.....	48
3.3- Capítulo 3- Transtibial Amputation using the Ertl Bony Bridge Technique.....	55
4- DISCUSSÃO GERAL.....	60
5- CONCLUSÃO GERAL.....	65
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
7- ANEXO.....	74
8-APÊNDICES.....	76



1- INTRODUÇÃO GERAL

As amputações de membros são tão antigas quanto a própria humanidade. A referência escrita mais antiga sobre amputações encontrada é o *Rig-Veda*, um antigo poema sagrado indiano, escrito entre 3.500 e 1.800 a.C. Este conta a história de uma guerreira, a rainha Vishpla, que com um membro amputado por ferimento de guerra, confeccionou uma prótese em ferro e retornou à batalha⁽¹⁾.

A mais antiga descrição sobre técnicas cirúrgicas de amputação é de Hipócrates (460-377 a.C.), considerado como o pai da medicina científica. A amputação era realizada através das articulações por guilhotinas, sempre em tecidos necróticos, sem sensibilidade e com o uso de ligaduras. Gangrena era tida como única indicação para as amputações. A segunda descrição técnica sobre amputações de membros é de Celsus (25 a.C. - 50 d.C.), realizando amputações em planos mais proximais, em tecidos vivos, com trans-seções ósseas e utilizando ligadura dos vasos por fios. Gangrena ainda era a única indicação para suas amputações⁽²⁾.

Somente em 1519, Ambróise Pare reintroduziu a técnica de ligaduras, descrita inicialmente por Hipócrates e esquecida na Idade Média. Morel, em 1674, introduziu o uso de torniquetes durante as amputações. Em 1867, o Lord Lister, introduziu as técnicas de assepsia. Ertl na Alemanha em 1949 desenvolveu a técnica da miodesse, com a reinserção muscular no coto ósseo^(3,4), técnica ainda utilizada nos procedimentos cirúrgicos.

As próteses são citadas como dispositivos de substituição do membro amputado desde o período anterior a Cristo, porém seu grande desenvolvimento se deu principalmente após a II Guerra Mundial, devido ao grande número de amputados. Neste período madeira e couro eram muito utilizados na fabricação artesanal de componentes tais como joelhos, pés e soquetes protéticos. As próteses deste período são classificadas como próteses exoesqueléticas ou próteses convencionais, as quais são compostas por componentes de madeira ou plástico que servem de conexão entre soquete e pé. Na montagem deste tipo de

prótese as peças devem ser coladas entre si durante a montagem dificultando pequenos ajustes como, por exemplo, no alinhamento e na altura final das prótese. Somente nos anos 60 foi desenvolvido os sistemas classificados como endoesqueléticos ou sistemas modulares, compostos por componentes metálicos pré-fabricados permitindo a troca rápida de componentes e alterações nos alinhamentos estático e dinâmico através de adaptadores universais (Figuras 1 e 2). O material termoplástico utilizado nas construções das próteses surgiu em 1972 quando Snelson e Mooney⁽⁵⁾ desenvolveram a técnica de termo-modelagem com policarbonato sobre moldes em gesso. O polipropileno surgiu alguns anos depois, em 1975 no *Moss Rehabilitation Hospital* na Philadelphia⁽⁶⁾. Os pés em fibra de carbono, com características mais fisiológicas proporcionando absorção, rolamento e impulsão durante a marcha surgiram somente na década de 80, nos Estados Unidos. Na década de 90 diversos materiais como silicones e uretanos foram desenvolvidos e passaram a ser utilizados como interface entre os cotos de amputação e as próteses⁽⁷⁾.

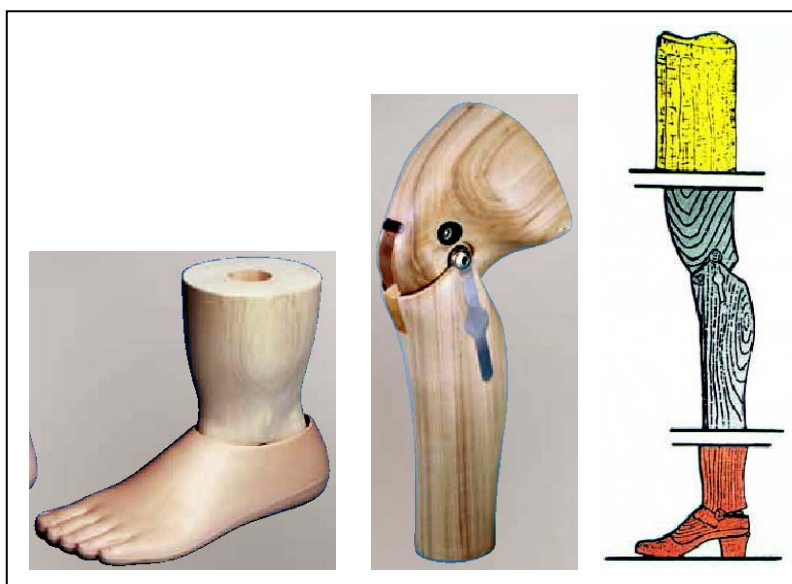


Figura 1- Joelho e pé com componentes em madeira utilizado nas próteses exoesqueléticas

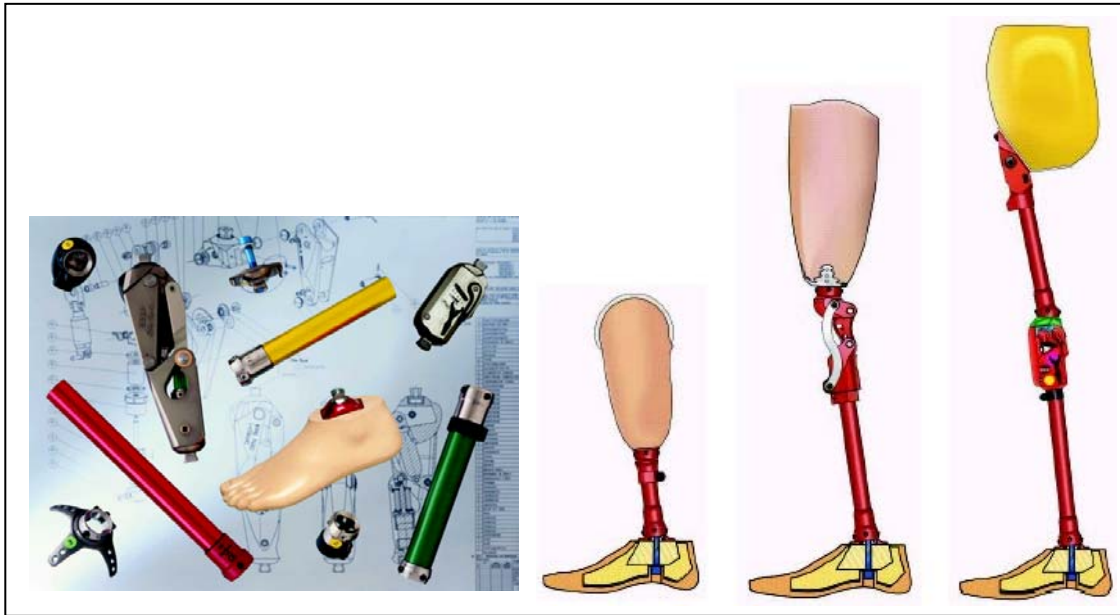


Figura 2- Componentes modulares utilizados nas próteses endoesqueléticas

Quanto às etiologias, as amputações podem ocorrer por diversas causas, tais como, doenças vasculares e neuropáticas, doenças tumorais, traumas, infecções, iatrogênias e mal formação das extremidades.

As doenças neuropáticas, com destaque para o *diabetes mellitus*, são responsáveis pelo maior numero de amputação dos membros inferiores no mundo. A Organização Mundial de Saúde, estima que no mundo ocorra duas amputações por minuto relacionadas a diabetes e que no ano de 2025 haverá mais de 350 milhões de portadores de diabetes. Destes, pelo menos 25% vão ter algum tipo de comprometimento significativo nos seus pés. Atualmente com o número crescente de diabéticos, a amputação causada pela neuropatia diabética passou também a acometer pessoas mais jovens com 30 ou 40 anos de vida, o que no passado era restrito à terceira idade. A neuropatia diabética pode provocar alteração sensitiva e motora das extremidades, com desabamento dos arcos plantares e pontos de hiper-pressão. Estas alterações associadas à micro-angiopatia e às alterações do sistema

nervoso autônomo podem resultar em úlceras plantares, que quando infectadas acabam, na maioria das vezes, evoluindo para as amputações. As doenças vasculares com obstrução arterial também são responsáveis por um grande número de amputações acometendo pessoas com uma faixa etária mais elevada. Técnicas cirúrgicas de revascularização, entre outras, têm evitado um número importante de amputações embora pacientes com doenças vasculares apresente elevadas taxas de morbidade e mortalidade. As amputações por trauma, com grande incidência em acidentes de trânsito e trabalho, acometem geralmente pessoas mais jovens. Os enxertos de pele são utilizados na tentativa de preservação de cotos mais longos e funcionais. Segundo Cassone e Gonçalves⁽⁸⁾, as neoplasias malignas ósseas e de partes moles representam cerca de 1% de todos os tipos de câncer nos adultos e 10% em crianças menores de 15 anos. Os tumores são a segunda causa de amputação de membros inferiores em crianças ficando atrás das amputações congênitas. As amputações congênitas podem estar relacionadas às malformações vasculares, às bandas de constrição amniótica e aos defeitos de diferenciação embriológica. Essas malformações estão geralmente associadas a outras deformidades nos joelhos e nos pés e à grande discrepância de comprimento dos membros, que inviabilizam a marcha normal⁽⁹⁾. As malformações das extremidades com destaque para a deficiência longitudinal da fíbula e da tíbia e a deficiência proximal do fêmur levam a um grande número de amputações em crianças e adolescentes⁽¹⁰⁾.

As técnicas cirúrgicas de amputação são baseadas em princípios específicos buscando proporcionar um bom membro residual. No entanto, a escolha do nível de amputação funcional deve ser discutida amplamente para que a intervenção cirúrgica seja única e os melhores resultados sejam alcançados com a reabilitação e protetização. A presença de um bom aporte sanguíneo no nível da amputação permitindo uma cicatrização primária do coto, cuidados com a hemostasia e ligadura dos vasos tronculares separando-se a artéria da veia que é ligada independentemente, neurectomia com tração gentil evitando neuromas superficiais, secções ósseas com regularização das bordas, mioplastia de grupos

musculares antagônicos, miodesse com reinserção da musculatura preservada e finalmente suturas em planos evitando aderências a planos profundos, devem sempre ser realizadas por cirurgiões experientes para se resgatar a funcionalidade do membro amputado precocemente e permitir uma protetização adequada. O uso de enxertos cutâneos, retalhos e fusões ósseas, podem em algumas situações mudar as características de um segmento amputado, tornando-o ainda mais funcional. Atualmente amputações não convencionais realizadas com técnicas cirúrgicas específicas, tais como na osteomioplastia (Figuras 3a,b,c), na fusão tíbio-calcâneo permitindo descarga terminal (Figuras 4a,b,c) e nas amputações transtibiais extremamente curtas (Figuras 5a,b,c), com preservação da articulação do joelho, apresentam vantagens fisiológicas, as quais beneficiam os próprios usuários e facilitam o processo de protetização e reabilitação.

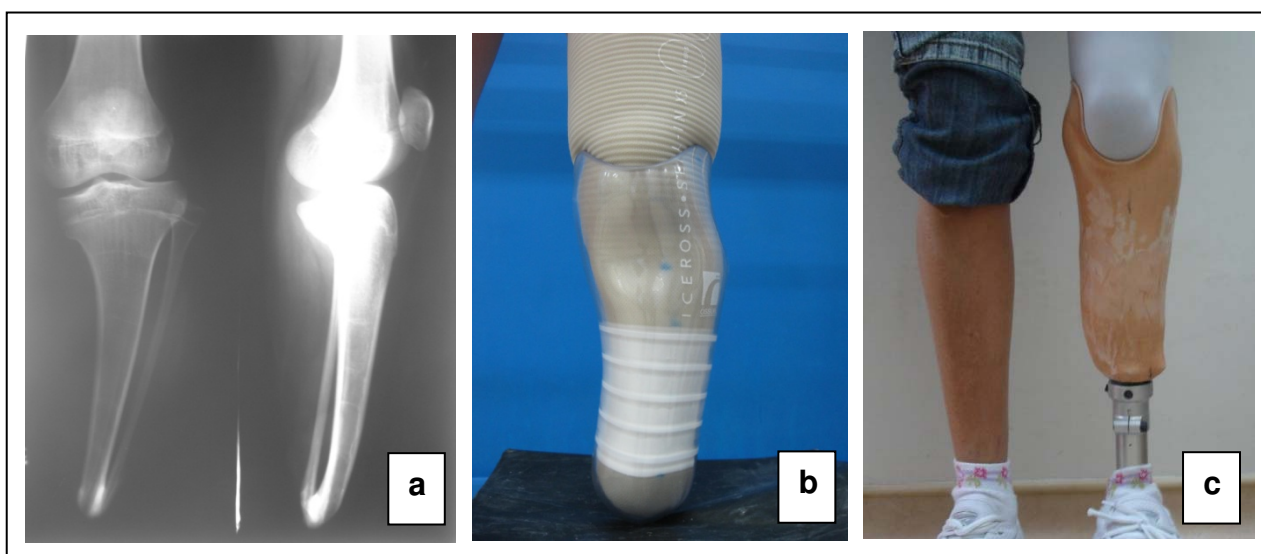


Figura 3a- Radiografias em AP e Perfil com periosteoplastia tibio-fibular

Figura 3b- Paciente com soquete protético realizando descarga de peso distal

Figura 3c- Paciente com prótese durante período de reabilitação

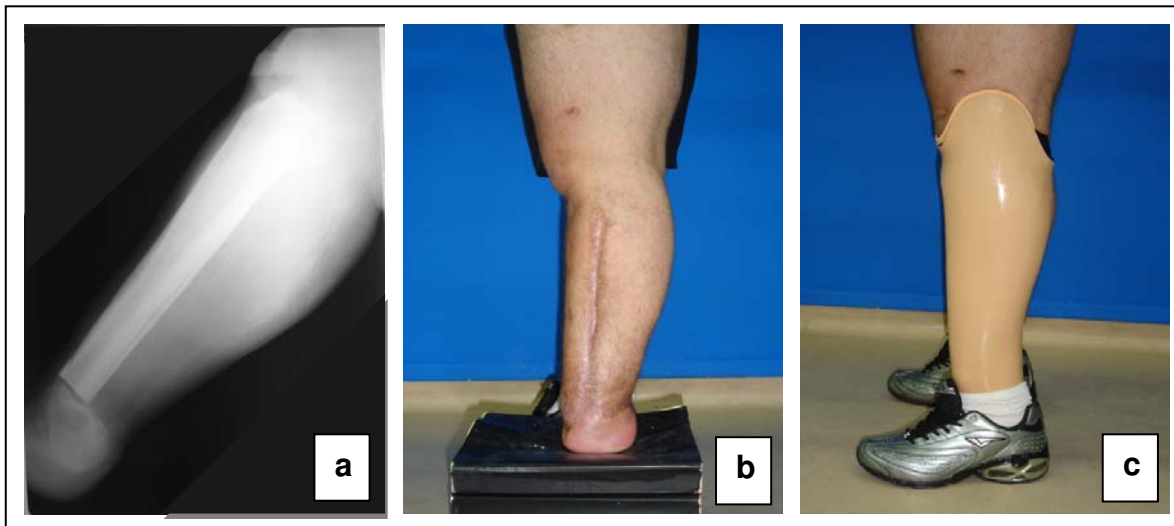


Figura 4a- Radiografia em Perfil com fusão do calcâneo à tibia

Figura 4b- Paciente realizando descarga de peso total sobre o coto de amputação

Figura 4c- Paciente protetizado com fixação posterior realizada acima do calcâneo

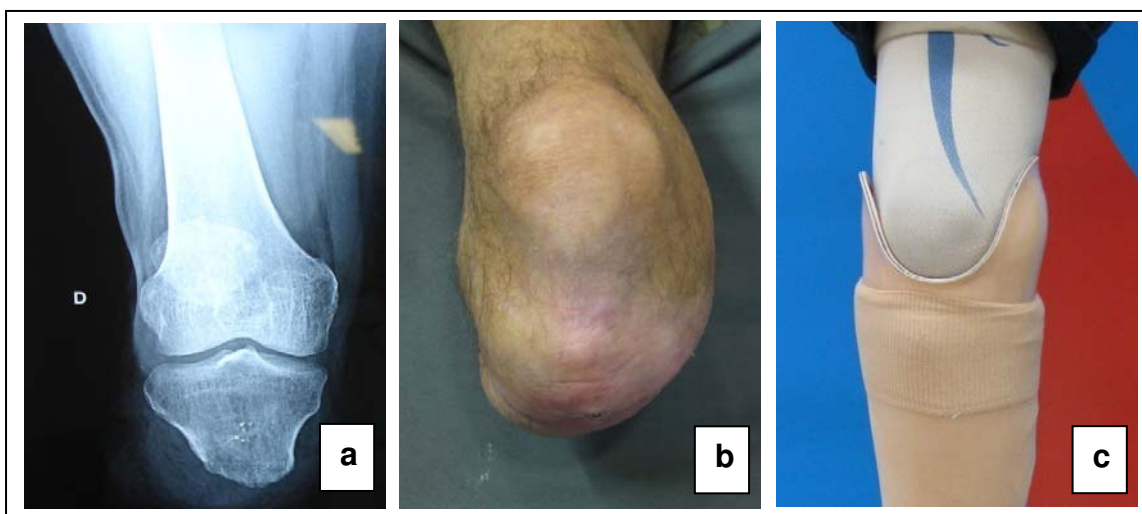


Figura 5a- Radiografia em AP em coto transtibial extremamente curto sem cabeça da fíbula

Figura 5b- Coto transtibial extremamente curto

Figura 5c- Paciente protetizado com soquete de contato total

As amputações clássicas dos membros inferiores podem ser encontradas em 13 diferentes níveis, sendo divididas em dois grandes grupos: as amputações trans-ósseas e as desarticulações.

Dentre as amputações trans-ósseas clássicas citamos as amputações transtibiais, transtársianas e transfemorais, as quais não permitem descarga de peso terminal sobre o segmento amputado, quando submetidas às técnicas cirúrgicas convencionais. Nas desarticulações dos membros inferiores, onde há possibilidade de apoio distal, encontramos as desarticulações interfalangianas, metatarso-falangianas, tarso-metatarsianas (Lisfranc), trans-tarsal (Chopart), desarticulação de tornozelo com fusão do calcâneo segundo as técnicas de Pirogoff e Boyd, desarticulação do tornozelo (Syme), desarticulação de joelho, de quadril e sacro-ílica.

Pinzur em seus estudos comprovou que amputados com cotos mais longos durante testes em esteiras consumiam menos energia, determinando, portanto o nível mais distal com possibilidade de cicatrização como sendo o nível biológico⁽¹¹⁾.

As amputações realizadas no ante-pé, geralmente causadas por doenças vasculares secundárias à diabetes não acarretam grandes alterações funcionais aos amputados quando tratados corretamente com órteses plantares para redistribuição da pressão plantar e calçados com solados biomecânicos permitindo durante a marcha rolamento na fase de apoio, entretanto cuidados preventivos devem ser tomados com as deformidades e ulcerações locais^(12,13,14,15) (Figura 6). Já a amputação de médio e retro-pé, chamadas respectivamente de Lisfranc e Chopart geralmente apresentam complicações como as deformidades em flexão plantar e supinação acarretadas pelo desequilíbrio muscular ocorrido pela própria amputação^(16,17). Nas desarticulações de Lisfranc e de Chopart, com desarticulação talu-navicular e calcâneo-cubóide, é possível a deambulação com apoio sobre o calcâneo, inclusive sem prótese para curtas distâncias, porém alterações importantes na marcha já podem ser observadas. Para estas

desarticulações o aparelhamento protético torna-se difícil, principalmente pela pequena área para apoio terminal e a presença de deformidades (Figuras 7 e 8). As próteses para desarticulação de Lisfranc são fixadas acima do calcâneo e abaixo dos maléolos e as próteses para desarticulação de Chopart, apresentam soquete envolvendo toda região tibial com uma janela posterior para fixação da mesma (Figura 9). Para pacientes jovens e ativos, a desarticulação de Syme ou amputação transtibial torna-se mais funcional, principalmente pelas diversas possibilidades de protetização e menores riscos de complicações e lesões nos cotos de amputação⁽¹⁸⁾.



Figura 6- Amputações de ante-pé com desarticulações metatarso-falangianas

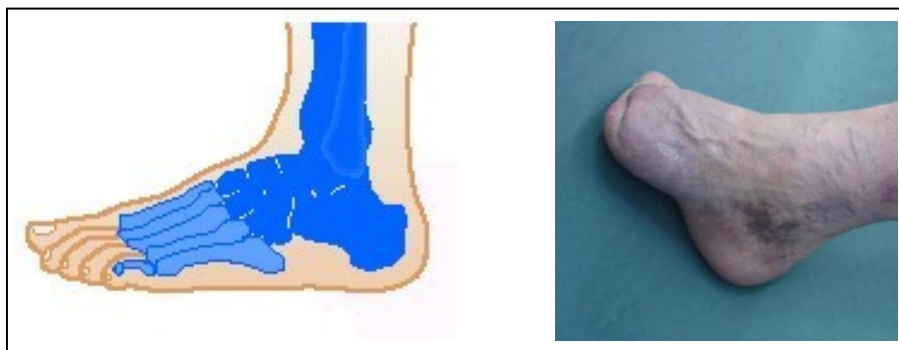


Figura 7- Amputação parcial de pé - Nível Lisfranc

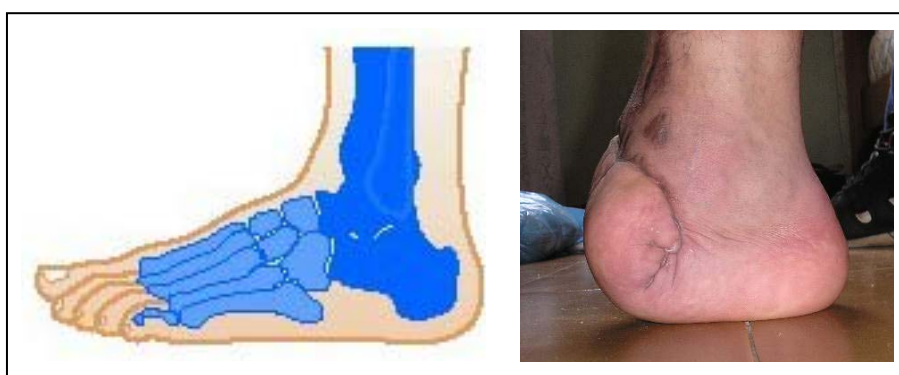


Figura 8- Amputação de retro-pé - Nível Chopart



Figura 9- Prótese para Lisfranc com fixação acima dos maléolos e com janela posterior utilizada nas amputações de Chopart

A desarticulação de tornozelo clássica foi descrita por James Syme em 1842, com manutenção da sindesmose tibio-fibular, ressecção das extremidades dos maléolos, com a superfície cruenta da tíbia paralela ao solo e com preservação do coxim gorduroso do calcâneo. Trata-se de um bom nível de amputação quando comparado com as amputações de médio e retro-pé. Este nível de amputação preserva um bom braço de alavanca, permite descarga de peso terminal e apresenta espaço suficiente entre final do coto e solo permitindo protetização com pés mecânicos funcionais⁽¹⁹⁾. Uma complicação cirúrgica deste nível é a migração do coxim do calcâneo quando não fixada corretamente à tíbia comprometendo a protetização e reabilitação do amputado. A amputação de Boyd, uma variação da amputação de Syme, preserva o calcâneo, fundindo-o à tíbia⁽²⁰⁾. Neste procedimento raramente ocorre a migração do coxim do calcâneo, porém esta técnica aumenta consideravelmente o período de tratamento no pós-operatório retardando o início do processo de protetização, além de diminuir o espaço entre coto de amputação e solo, podendo ser um problema para utilização de alguns pés protéticos. Outra variação desta técnica através da osteotomia do calcâneo e fusão à tíbia, após a desarticulação tibio-társica, é chamada de amputação de Pirogoff. Este nível também permite uma descarga distal, deixando a região distal do coto de amputação mais bulbosa e com menor espaço entre coto e solo, o que é favorável para a marcha sem prótese, muito utilizada por pacientes que durante a noite realizam pequenas caminhadas, como por exemplo, para ir ao banheiro (Figura10).

As próteses utilizadas nas desarticulações de Syme e nas amputações de Boyd e Pirogoff devem ser confeccionadas com soquete envolvendo região tibial porém com uma janela distal para permitir a penetração da região distal dos cotos de amputações (Figuras 11 e 12).

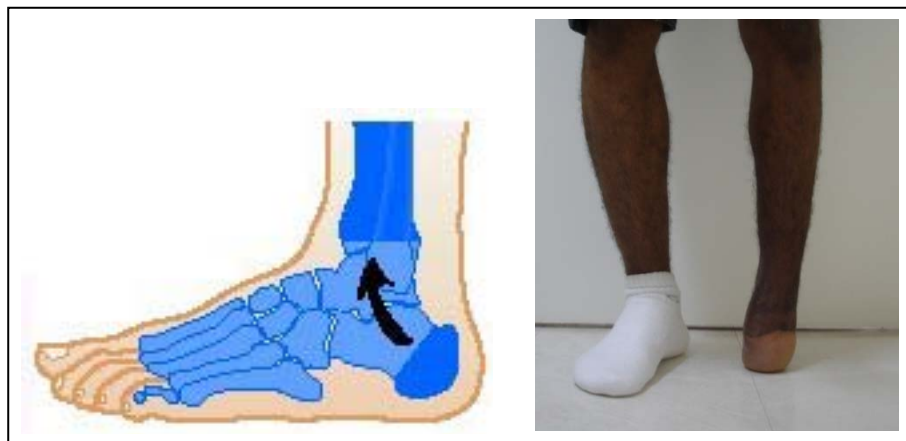


Figura 10- Amputação de Pirogoff

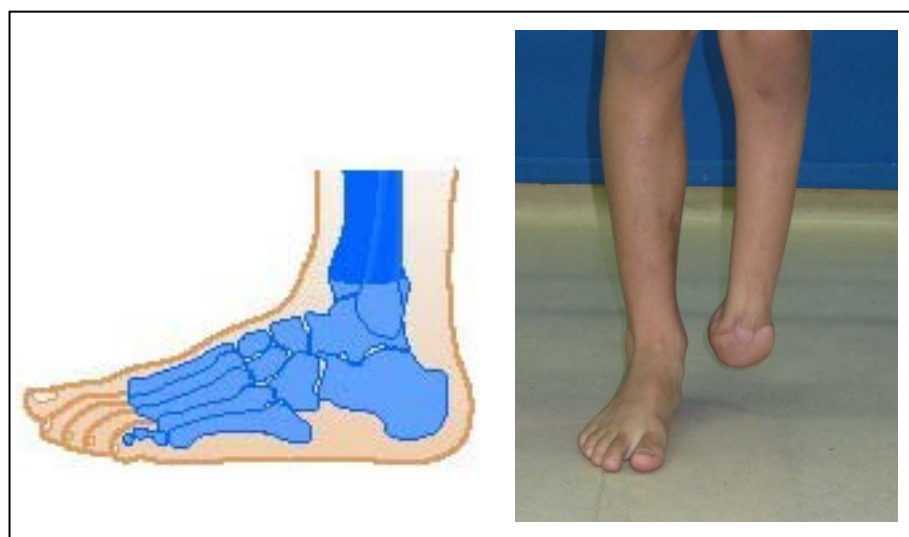


Figura 11- Desarticulação de Syme com preservação da sindesmose tíbio-fibular



Figura 12- Prótese para amputação de Syme com janela distal

As amputações transtibiais, compreendidas entre a desarticulação de tornozelo (Syme) e de joelho, possibilitam aos indivíduos uma função muito próxima da normalidade, pois estes são beneficiados pela preservação da articulação do joelho. Sendo o nível de amputação mais comum dos membros inferiores, as principais indicações desta amputação estão relacionadas a traumas e doenças vasculares. As amputações transtibiais clássicas podem ser classificadas em três níveis, sendo as amputações em terço proximal, médio e distal. Preconiza-se para estes níveis de amputação, secção da fíbula aproximadamente 1,0cm mais curta que a tíbia, retalho posterior para formação do coxim muscular com sutura anterior e ausência de descarga terminal⁽²¹⁾. As possibilidades de protetização são inúmeras com excelentes resultados funcionais, independente da idade e grau de atividade do amputado, pois o controle fisiológico da articulação do joelho, fundamental na marcha humana, é preservado (Figura 13).



Figura 13- Amputação transtibial em 1/3 médio

A seleção do nível ideal para as amputações transtibiais dependerá de vários fatores, tais como, a etiologia das amputações, integridade do tecido ósseo, vascularização, inervação preservada e margem de segurança nos casos tumorais. O nível mais proximal aceito, deve incluir a inserção do tendão patelar à tuberosidade anterior da tíbia para preservar a função extensora do joelho pelo quadríceps e a inserção dos músculos semi-membranoso e bíceps femoral para realização da flexão da articulação do joelho. Para alguns autores como *Hicks and McClelland*, o comprimento mínimo do coto ósseo deve estar entre 12,5cm e 15cm, embora seja possível protetizar amputados transtibiais com cotos mais curtos que 12,5cm⁽²²⁾.

Outras técnicas são descritas na literatura permitindo uma maior funcionalidade das amputações transtibiais, tais como a periosteoplastia e a fusão do calcâneo na diáfise tibial^(23,24). A periosteoplastia foi idealizada por Ertl no ano de 1949 com os objetivos de restaurar a pressão interóssea no canal medular, permitir uma descarga terminal e aumentar a propriocepção do membro

amputado^(25,26). A fusão do calcâneo na diáfise tibial também proporciona as mesmas vantagens citadas acima, quando comparadas às amputações transtibiais clássicas⁽²⁷⁾.

Nas protetizações, cuidados devem ser tomados com a distribuição de peso e com a fixação da prótese ao coto de amputação, durante as fases de apoio e de balanço na marcha, respectivamente. As amputações transtibiais clássicas, por apresentarem secções trans-ósseas, não permitem descarga de peso terminal. Nestes casos utiliza-se geralmente descarga de peso em tecidos moles localizados na região entre a tibia e a fíbula, abaixo do côndilo medial, na região do tendão patelar e posteriormente no grupo dos gastrocnemios, acarretando com o uso um afunilando do coto de amputação e posteriorização da fíbula. Quanto aos sistemas de suspensão das próteses, podemos citar diversos tipos de encaixes, os quais podem ser divididos em soquetes de suspensão acima do joelho, tais como os sistemas PTB, PTS e KBM e os soquetes de suspensão realizados no próprio coto de amputação, como utilizados nos sistemas ICEROSS, Seal-in e VASS.

O sistema PTB (*Patellar Tendon Bearing*) foi desenvolvido em 1959 na Universidade de Berkeley, Califórnia. As bordas superiores do soquete encontram-se acima da linha articular do joelho, porém a suspensão é realizada através de uma correia supra-condiliana, causando aos usuários uma importante atrofia do quadríceps (Figura 14).

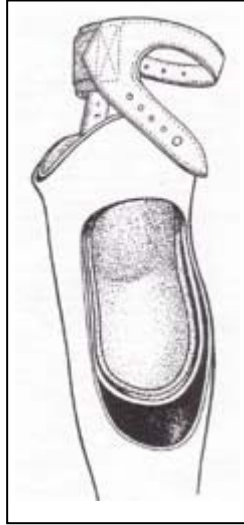


Figura 14- Encaixe tipo PTB com suspensão supra-condiliana

O sistema PTS (*Prothese Tibiale Supracondylienne*), desenvolvido no centro de Nancy - França em 1964 apresenta como características as bordas altas envolvendo no plano frontal os côndilos femorais e no plano sagital a borda superior da patela. Este sistema auxilia na fixação das próteses em cotos transtibiais curtos (Figura 15).

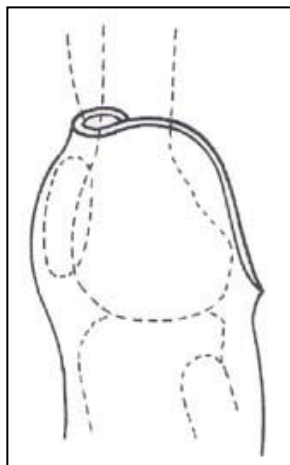


Figura 15- Encaixe PTS com fixação supra-condiliana e supra-patelar

As próteses com soquete KBM (Kondylen Bettung Münster), foram desenvolvidas na Alemanha em 1968, tornando-se o encaixe mais popular para as amputações abaixo do joelho. Suas bordas laterais anatômicas envolvem os côndilos femorais no plano frontal (Figura 16).



Figura 16- Encaixe KBM com fixação supra-condiliana

O sistema de encaixes com meias de silicone e parafuso acoplados na região distal, conhecido como ICEROSS (Icelandic Roll On Silicone Socket) foi desenvolvido em 1986, mudou os conceitos sobre fixação das próteses através da eliminação das bordas altas dos encaixes com fixações supra-condilinas (Figura 17).



Figura 17- Sistema de soquete composto por encaixe de silicone com pino de fixação

O sistema com anéis de vedação, chamado de Seal in, apresenta anéis externos fixados à meia de silicone, os quais aderem internamente ao soquete protético, criando uma forte aderência e fixação da prótese ao coto de amputação e também uma válvula de expulsão para permitir a saída do ar aprisionado dentro do soquete. Este sistema devido a distância entre os anéis e a borda inferior do encaixe em silicone é recomendado somente para cotos transtibiais com no mínimo 11cm de comprimento, o que impossibilita o uso em cotos curtos ou extremamente curtos (Figura 18).



Figura 18- Sistema de soquete composto por encaixe de silicone anéis de vedação e válvula de expulsão

O sistema de suspensão a vácuo com válvula de expulsão, também conhecido como sistema VASS (Vaccum Assisted Socket System) proporciona uma fixação através de pressão negativa em todo o coto de amputação, permitindo uma grande aderência da prótese ao coto de amputação. Este sistema exige o uso de uma joelheira para impedir a entrada de ar dentro do soquete e uma válvula unidirecional que expulsa o ar e impede seu retorno (Figura 19).

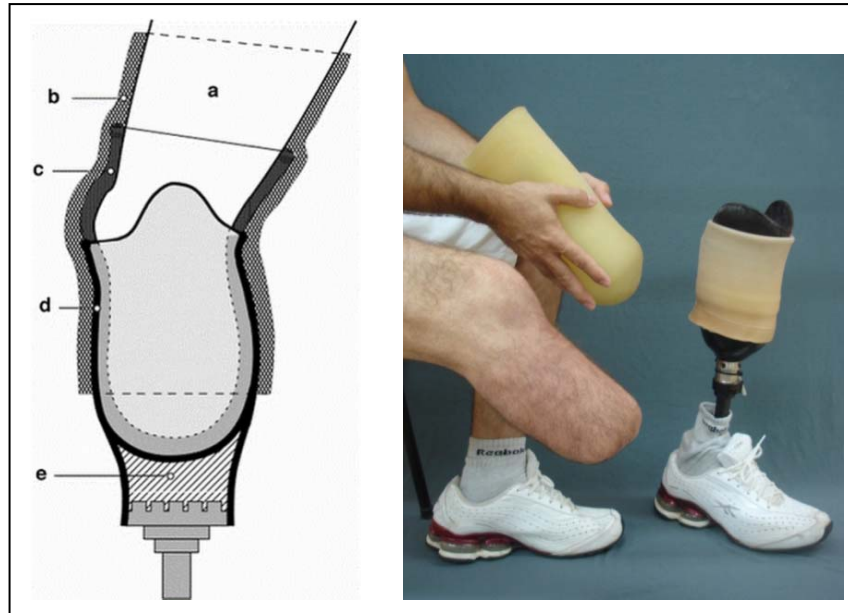


Figura 19- Encaixe de suspensão á vácuo com joelheira de vedação

Os diferentes soquetes de suspensão das próteses descritas acima como PTB, PTS, KBM, ICEROOS, Seal in e VASS podem não apresentar bons resultados em todos os níveis das amputações transtibiais.

É sabido que nas amputações de membros inferiores, a amputação transtibial é considerada o nível mais proximal com possibilidade de uma função quase normal. A preservação da articulação do joelho permite um bom controle da prótese durante a deambulação, pois o movimento de flexão e extensão do joelho nas fases de apoio e balanço é fisiológico. Burgess, definiu como comprimento ideal para amputação transtibial, o comprimento de 15cm abaixo do joelho⁽²⁸⁾. Para Mayfield, cotos transtibiais curtos apresentam comprimento ósseo entre 5,1 e 10cm e cotos extremamente curtos, comprimento entre 2,54 e 5,1cm. Segundo Pant e Younge, cotos transtibiais com menos de 3cm não são funcionais, sugerindo um alongamento do coto com a tibia distal^(29,30).

Para os cotos transtibiais em 1/3 médio ou 1/3 distal, qualquer das possibilidades de protetização apresentadas anteriormente poderão ser utilizadas, embora o sistema mais utilizado no Brasil ainda seja o KBM. Para cotos em 1/3 proximal as melhores opções são os sistemas com suspensão supracondiliana e suprapatelar (PTS) ou o sistema de suspensão a vácuo (VASS), resultando em melhor suspensão da prótese ao coto de amputação. Através da manutenção da amplitude de movimento da articulação do joelho e da força muscular, ainda é possível controlar os movimentos de flexão e extensão do joelho e do quadril durante a deambulação.

Nas amputações mais proximais, como na desarticulação de joelho e amputação transfemoral, a presença de um joelho mecânico posicionado distalmente ao coto de amputação torna-se necessário, exigindo que movimentos compensatórios executados pelos músculos extensores e flexores do quadril controlem a articulação do joelho.

A desarticulação de joelho quando comparado com a amputação transfemoral apresenta uma série de vantagens tais como, maior braço de alavanca, menor tendência a posturas viciosas do quadril e principalmente possibilidade de descarga terminal sobre o próprio coto de amputação. Na desarticulação de joelho a técnica cirúrgica é mais simples e menos traumática com preservação da patela e do fêmur (Figura 20). Este nível de amputação deverá sempre ser o escolhido quando não for possível realizar uma amputação transtibial. O soquete protético apresenta como característica um afunilamento acima dos côndilos femorais, para fixação da prótese e envolvimento de toda a coxa até a região inguinal (Figura 21). Este sistema permite a colocação e remoção da prótese na posição sentada acarretando maior independência de seus usuários, quando comparada as próteses transfemorais.

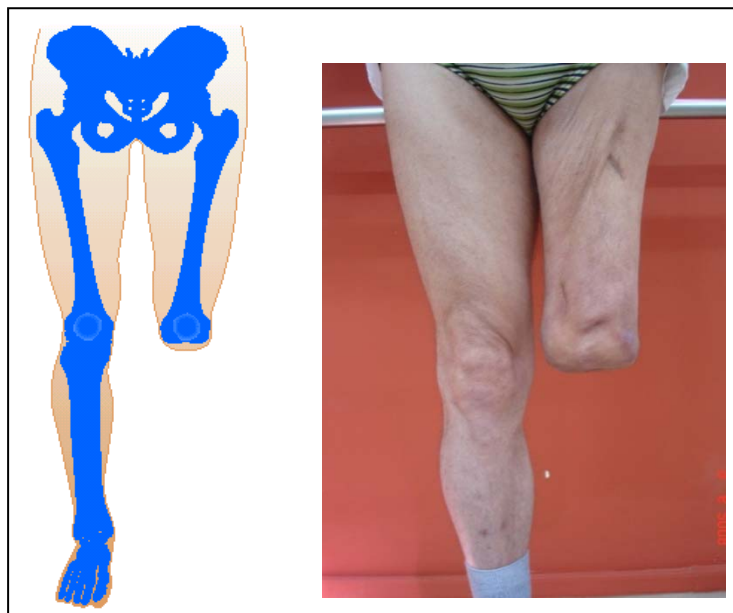


Figura 20- Desarticulação de joelho

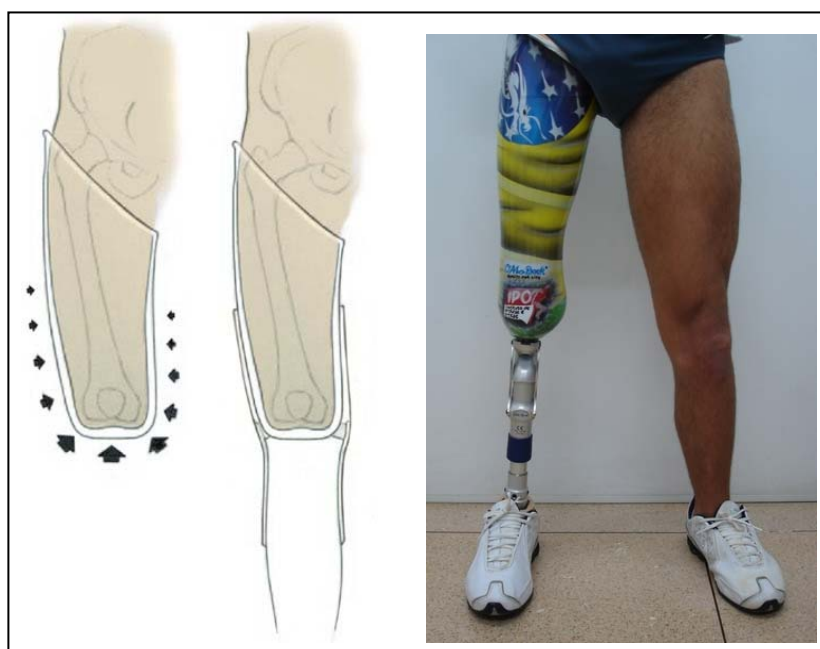


Figura 21- Prótese para desarticulação de joelho com suspensão supra-condiliana e descarga terminal

Nas amputações transfemorais, além da impossibilidade de apoio distal, o coto de amputação geralmente apresenta deformidades em abdução e flexão de quadril causada por desequilíbrio muscular (Figura 22). As próteses apresentam encaixes com contato total com envolvimento de toda musculatura. A região isquiática pode estar apoiada sobre a borda posterior do soquete para distribuição do peso ou pode estar dentro do próprio soquete auxiliando na estabilização pélvica. Estes diferentes tipos de encaixes são chamados de quadrilateral e de contensão isquiática, respectivamente (Figura 23).

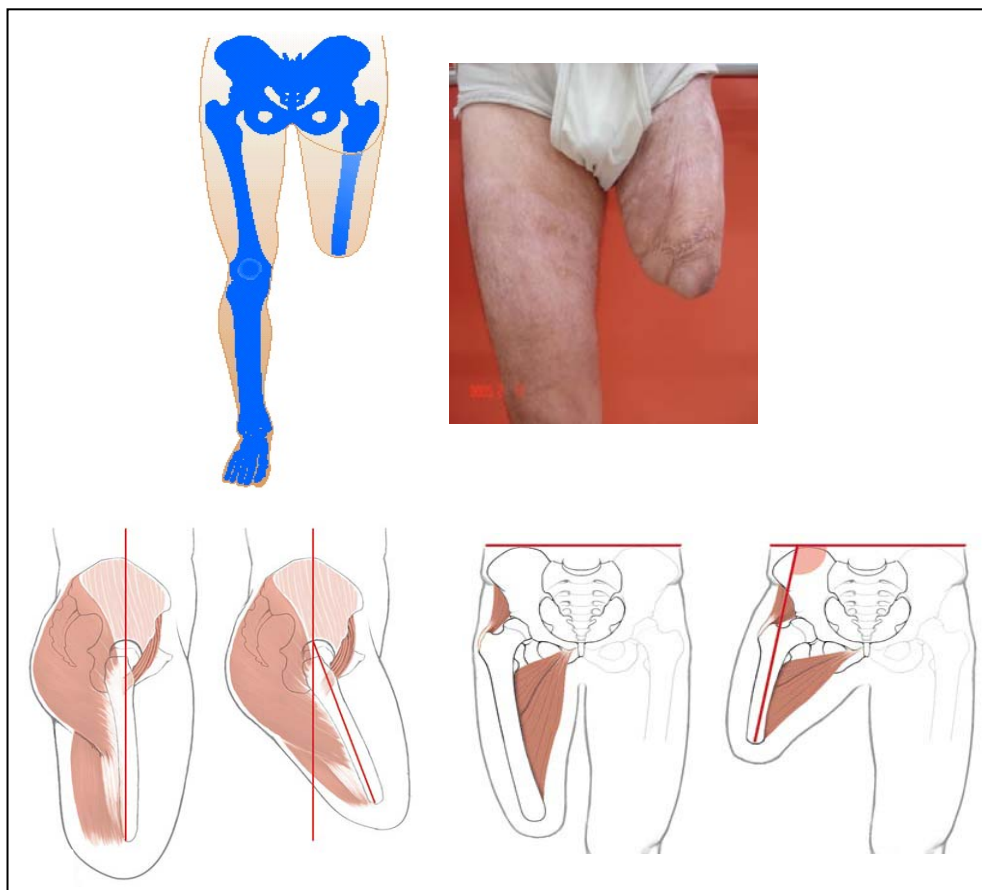


Figura 22- Amputação transfemoral e as deformidades clássicas em flexão de quadril e abdução



Figura 23- Amputado transfemoral com soquete de contensão isquiática

Segundo Burgess e Renstrom et al, os amputados transtibiais protetizados apresentam maior funcionalidade e independência quando comparados com amputados desarticulados de joelho, transfemorais ou amputados bilaterais^(31,32). Segundo Gonzales et al, os amputados transfemorais aumentam em até 65% o gasto energético durante a deambulação⁽³³⁾. Pinzur e Majundar et al verificaram que nas amputações transtibiais o gasto energético é menor, entretanto os cotos transtibiais mais curtos acabam consumindo maior energia durante a deambulação, quando comparado com cotos transtibiais mais longos^(34,35). Nas desarticulações de joelho e amputações transfemorais, nota-se um maior gasto energético durante a deambulação quando comparado com as amputações transtibiais, mesmo com a grande evolução tecnológica e desenvolvimento de próteses biônicas^(36,37,38,39).

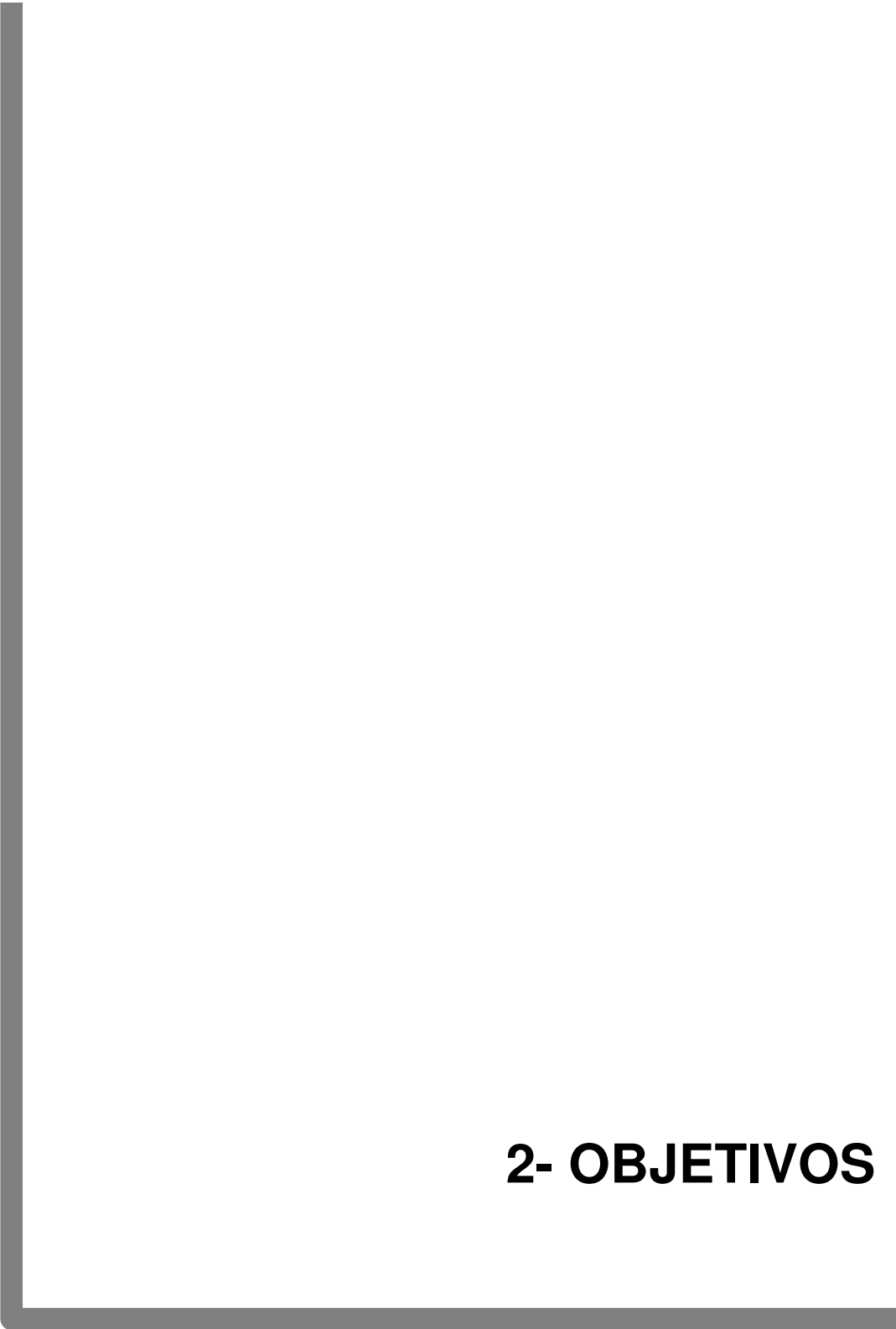
Para as amputações da pelve, como a desarticulação de quadril e desarticulação sacro-ilíaca, não existe um coto ósseo com braço de alavanca para controle dos movimentos da prótese (Figura 24). As próteses são compostas por cestos pélvicos e articulações do quadril, joelho e pé. O alinhamento estático da prótese deve ser responsável pela estabilidade estática e dinâmica do paciente. Geralmente movimentos compensatórios, presentes durante a deambulação aumentam ainda mais o consumo de oxigênio quando comparado com as amputações mais distais⁽⁴⁰⁾ (Figura 25).



Figura 24- Desarticulação de quadril



Figura 25- Paciente desarticulado de quadril com prótese no plano frontal e sagital



2- OBJETIVOS

A case series featuring extremely short below-knee stumps

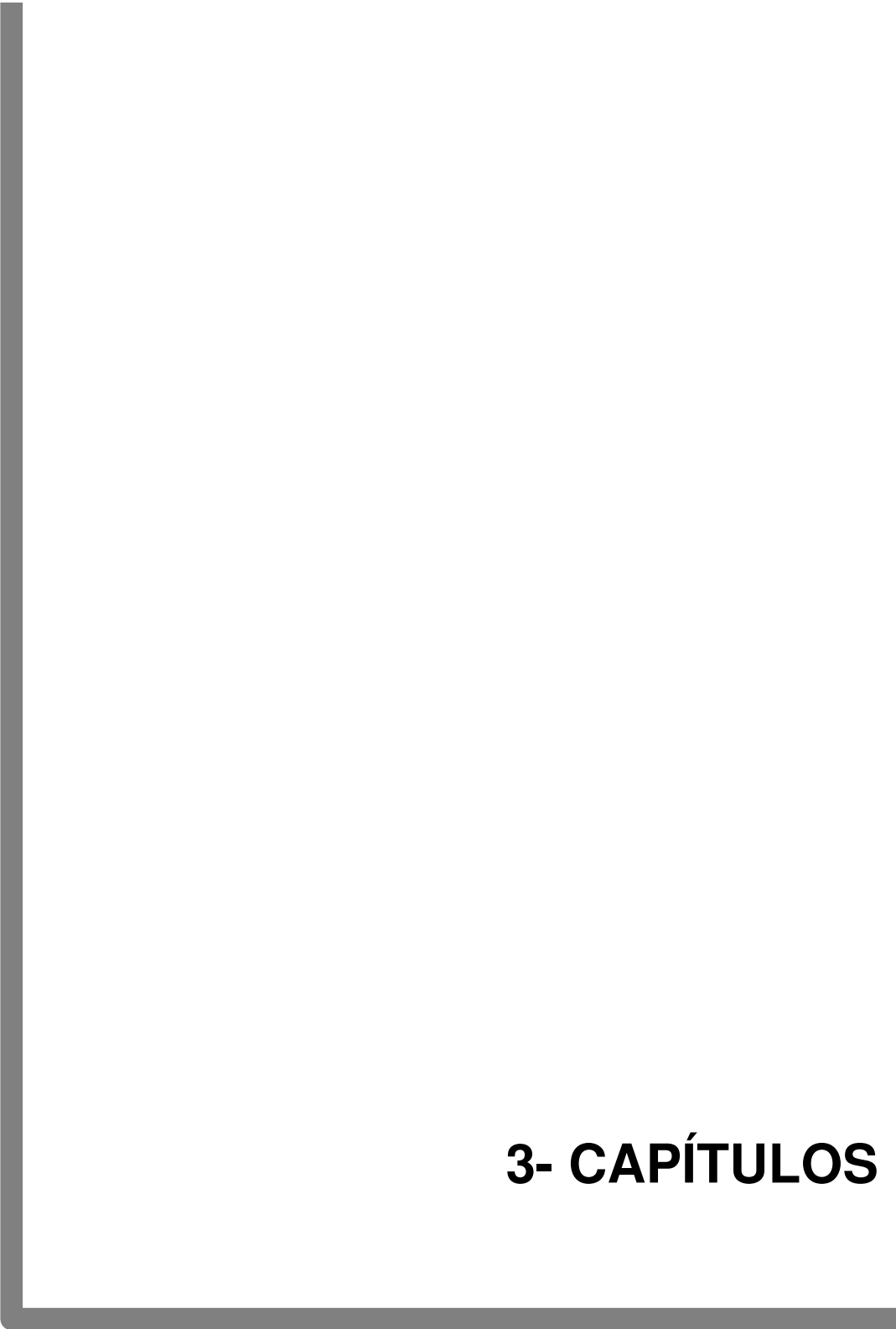
O objetivo deste estudo foi demonstrar que cotos transtibiais extremamente curtos, apesar do pequeno braço de alavanca, podem apresentar grande funcionalidade após adequação protética e reabilitação, sendo, portanto considerado como mais uma opção funcional para as amputações dos membros inferiores.

Sensate calcaneal flap in leg amputation: experience in eight adult patients

O objetivo foi demonstrar que amputações transtibiais realizadas com fusão do calcâneo, coxim gorduroso e feixe nervoso, podem resultar em cotos muito funcionais com a região distal volumosa, forte e resistente a descarga de peso distal em próteses com características específicas utilizadas para deambulação.

Transtibial Amputation using the Ertl Bony Bridge Technique

O objetivo deste estudo foi demonstrar que pacientes submetidos à técnica de osteomioplastia, descrita por Ertl, apresentam vantagens em relação às técnicas de amputações transtibiais convencionais e que no sistema de protetização há possibilidade de descarga de peso terminal sem desconforto, graças à criação de uma ponte óssea rígida.



3- CAPÍTULO

Title: A case series featuring extremely short below-knee stumps

From: sarah.curran@ispoint.org

To: ipo@ipobrasil.com.br

CC:

Subject: Prosthetics & Orthotics International - Decision on Manuscript ID TPOI-2011-0107.R3

Body: @@date to be populated upon sending@@

Dear Professor Carvalho:

Ref: A case series featuring extremely short below-knee stumps I am pleased to accept your paper in its current form which will now be forwarded to the publisher for copy editing and typesetting. You will receive proofs for checking, and instructions for transfer of copyright in due course. The publisher also requests that proofs are checked and returned within 48 hours of receipt. Thank you for your contribution to Prosthetics & Orthotics International and we look forward to receiving further submissions from you.

Sincerely,

Dr Sarah Curran Editor-in-Chief Prosthetics & Orthotics International
sarah.curran@ispoint.org

A case series featuring extremely short below-knee stumps

Jose Andre Carvalho, Mauricio Dias Mongon,
William Dias Belangero and Bruno Livani

Prosthetics and Orthotics International
0(0) 1–3
© The International Society for
Prosthetics and Orthotics 2012
Reprints and permission:
sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/0309364611430535
pot.sagepub.com


Abstract

Background: Lower limb amputations should be evaluated carefully, especially with regard to the possibility of preserving the knee joint to enable a more physiological gait and lower energy consumption. Below-knee amputations were performed immediately below the tibial tuberosity with maintenance of the insertion of the patellar tendon, resulting in very short, but functional stumps. This case study examined whether very short below-knee stumps allow a more functional gait, as compared to more proximal amputations.

Case Description and Methods: Between June 2010 and June 2011, four patients had extremely short below-knee amputations, with resection of the head of the fibula at the junction and reinsertion of the collateral ligaments and structures attached to the tibia. This was followed by placement of a prosthesis with a vacuum-assisted suspension socket.

Findings and Outcome: At the end of treatment, patients that underwent transtibial amputations with an extremely short stump were considered well adapted to their prosthesis and were satisfied in relation to the acquired gait patterns.

Conclusion: The extremely short below-knee amputation, despite having a short lever arm should be considered as another option for lower-limb amputations, although we cannot yet assure that other patient groups undergoing this level of amputation may have the same results of the study.

Clinical relevance

The extremely short below-knee amputation, despite having a short lever arm should be considered as an option for lower limb amputations, as it can provide a prosthetic provision with a good functional outcome.

Keywords

Rehabilitation of amputees, rehabilitation of prostheses users

Date received: 13 August 2011; accepted: 29 October 2011

Background

Currently, amputations are indicated for different reasons, such as neuropathic and vascular diseases, trauma, infections, tumors and congenital malformations. The surgical techniques follow specific principles, seeking to provide a good residual limb, which allows a proper fitting to restore the functionality of the amputee. However, the choice of the level of amputation should be addressed thoroughly, so that the best results are achieved with rehabilitation.

In lower limb amputations, the proximal level of below-knee amputation that enables almost normal function should be considered.¹ The preservation of the knee joint allows good control of the prosthesis while walking, because the knee flexion and extension in stance and swing phases is physiological. Burgess defined the ideal length

for below-knee amputation as 15 cm below the knee.² According to Mayfield, short below-knee stumps have bone lengths of 5.1–10 cm and very short stumps have lengths of 2.54–5.1 cm.³ In contrast, Pant and Younge, below-knee stumps less than 3 cm are not functional, and suggest lengthening of the stump with the distal tibia.⁴

In more proximal amputations, such as knee disarticulation and above-knee amputation, the presence of a mechanical knee, with different mechanisms positioned distal to

HC – Unicamp, Campinas, Brazil

Corresponding author:

Jose Andre Carvalho, HC – Unicamp, R. Onze de Agosto, 376 Centro,
Campinas 13010-140, Brazil
Email: ipo@ipobrasil.com.br

the amputation stump, requires compensatory movements performed by the hip extensor and flexor muscles to control the knee joint, increasing the energy expenditure when using the prosthesis.^{5,6} According to Gonzales et al., this increases the energy expenditure of above-knee amputees during walking by up to 65%.⁷ Pinzur et al. found that below-knee amputations have a lower energy expenditure, although the shorter stump consumes more energy when walking, as compared to longer below-knee stumps.^{8,9}

Considering the great advantage of below-knee amputation in relation to higher levels, a below-knee amputation can be performed immediately below the tibial tuberosity, maintaining the insertion of the patellar tendon, and resulting in extremely short functional stumps, allowing good fitting and rehabilitation.

Case Description and Methods

Between June 2010 and June 2011, four below-knee amputations with very short stumps were performed at the Clinical Hospital of the University of Campinas, in patients who would otherwise have undergone above-knee amputations. The study was submitted to ethical approval and informed consent was obtained from the patients. The patients were male and had amputations caused by trauma. Their mean age was 36 (range 24–47) years (Table 1). The tibial bone stumps were 4.0–4.8 cm long, as measured using nuclear magnetic resonance (NMR). In the surgical procedure for very short stumps, the total resection of the fibula is performed to regulate the bone in the region of the proximal tibiofibular junction and involves a new insertion of the collateral ligaments and the structures attached to the tibia. The removal of the fibular head allows the surgeon to gain extra skin, which is often important for covering the stump. The stumps were kept in rigid extension with a bandage for three weeks.

After three weeks, the sutures were removed and the patients referred for rehabilitation. Guidance on the use of a compressive elastic bandage for 24 hours/day, positioning the stump in extension, isometric contraction exercises, and strengthening the flexor and extensor muscles of the knee was given. The fitting process was initiated eight weeks post-surgery, using endoskeleton prosthetic legs with a vacuum-assisted suspension socket. The rehabilitation process and gait training started between parallel bars and then with the aid of a cane to complete independence with patients ambulating on flat and uneven, ramps and

stairs. Rehabilitation of amputees with prostheses was carried out for eight weeks.

Findings and Outcomes

The six-minute walk test (6MWT) was fulfilled in the last week of training and the average result was 255 (range 250–262) meters (Table 1).¹⁰ The stumps were examined daily after the training session. No complication was observed during the training period and the patients showed no significant gait deviations. At the end of the study a verbal yes/no question was performed to evaluate a patient's level of satisfaction with their prosthesis.

Discussion

The maintenance of the knee joint is critical to the successful rehabilitation of amputees, especially elderly amputees or those with vascular disease and other comorbidities, which currently represent the largest population of amputees.

In this small case series, we note a limitation in the study because it involved only young patients, male and trauma amputees. Further more comprehensive investigation with other patient groups (male, female, age and etiology) must be carried out to check whether patients will also benefit from the proposed level of amputation.

Census data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics in 2000, revealed the existence of 24.5 million people with a disability in Brazil, representing 14.5% of the population. Of these, 5.31% have amputations, which represents more than 1.3 million Brazilians. It is estimated that lower-limb amputations constitute 85% of all amputations, although there is no accurate epidemiological information.

In 1991, Bowker defined the optimal level of amputation as the most distal level possible with healing potential.¹¹ Although the ideal surgical level for below-knee stumps is considered to be the muscle-tendon junction of the gastrocnemius, the classification and length are controversial. According to Mayfield, short transtibial stumps are 5.1–10 cm and very short stumps 2.54–5.1 cm, while Bowker recommended that the length of the transtibial stump should not be absolute, but related to height.^{1,3} In this study we define extremely short stumps as those involving cross-sections made just below the bony insertion of the patellar tendon on the tibial tuberosity. This insertion, which is responsible for the action of the quadriceps in knee

Table 1. Subject characteristics and six-minute walk test (6MWT).

Subject	Sex	Age (years)	Length of the stump (cm)	6MWT (m)
1	M	35	4.0	250
2	M	38	4.3	256
3	M	24	4.8	262
4	M	47	4.5	252
Mean		36	4.4	255

extension and control of the prosthesis, is critical to the functionality at this level of amputation.

Regardless of etiology, a below-knee amputation has numerous advantages, like preservation of the knee joint, reduction in energy consumption during walking, ease of placement and removal of the prosthesis and easier rehabilitation. Therefore, this amputation level should be prioritized, even when the procedure will result in an extremely short stump.

Pedrinelli suggests that the success of rehabilitation following amputation surgery is related to the level. At least 90% of the patients with below-knee amputations, but only 25% of above-knee amputations, make proper use of the prosthesis.¹²

With prosthetics, an anatomical cartridge with a greater total contact area helps to distribute pressure. With resection of the fibula, it became possible to support weight on the side of the stump, which became important with this type of fitting. The prosthesis for short stumps can have a patellar-tendon-supracondylar type socket or a vacuum system. Due to the small lever inside the prosthetic socket, the stump can move within the socket during forced flexion or when the patient is seated. We used sockets with a vacuum suspension system, which, in addition to providing greater protection and comfort, best fixed the stump in the prosthesis socket during use. We did not include any auxiliary socket or suspension to stabilize the knee joint, as proposed by Isakov et al. when fitting a very short stump with a Swedish knee-cage.¹³

Conclusion

The preservation of the knee joint in lower-limb amputees is key to a more functional prosthesis with less energy expenditure. However, many surgeons still perform proximal amputations, like knee disarticulation and above-knee amputations, because they do not believe that extremely short below-knee stumps can be functional. An extremely short below-knee stump can be performed since it preserves the insertion of the patellar tendon and good circulation. The extremely short below-knee amputation, despite having a short lever arm, should be considered as an option for lower limb amputations, as it allows a prosthetic provision with good functional outcome. The results indicate that patients in this study were considered well adapted and satisfied with their prosthesis based on gait pattern and daily independence. Future research is needed to determine whether the same results are found in other patient groups, such as older amputees with peripheral arterial disease and after above-knee amputation.

Funding

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

1. Bowker JH. Transtibial amputation. In: Murdoch G and Wilson BW Jr (eds) *Amputation surgical practice and patient management*. London: Butterworth Heinemann, 1996: 43–58.
2. Burgess EM. The below knee amputation. *Bull Prosthet Res* 1968; 10: 19–25.
3. Mayfield, GM. Vietnam war amputees. In: Ballard A (ed) *Orthopedic surgery in Vietnam*. Washington, DC: United States Army, 1994: 132–153.
4. Pant R and Younge D. Turn-up bone flap for lengthening the below knee amputation stump. *J Bone Joint Surg* 2003; 85-B: 171–173.
5. Starholm IM, Gjovaag T and Mengshoel AM. Energy expenditure of transfemoral amputees walking on a horizontal and tilted treadmill simulating different outdoor walking conditions. *Prosthet Orthot Int* 2010; 34(2): 184–194.
6. Rougier PR, Bergeau J. Biomechanical analysis of postural control of persons with transtibial or transfemoral amputation. *Am J Phys Med Rehabil* 2009; 88: 896–903.
7. Gonzalez EG, Corcoran PJ and Reyes RL. Energy expenditure in below-knee amputees: Correlation with stump length. *Arch Phys Med Rehabil* 1974; 55: 111–119.
8. Pinzur MS. New concepts in lower-limb amputation and prosthetic management. *Instr Course Lect* 1990; 39: 361–366.
9. Majumdar K, Lenka PK, Mondal RK, Kumar R and Triberwala DN. Relation of stump length with various gait parameters in trans-tibial amputees. *Online J Health Allied Scs* 2008; 7(2): 1–6.
10. Lin S and Bose NH. Six-minute walk test in persons with transtibial amputation. Boston, MA: American Physical Therapy Association, February 14–17 2007.
11. Bowker JH. Surgical techniques for conserving tissue and function in lower-limb amputation for trauma, infection and vascular disease. Instructional Course/lectures, AAOS 1991; Chapter 44.
12. Pedrinelli A. Amputações traumáticas do membro inferior. In: Carvalho JA (ed.) *Amputações de membros inferiores: Em busca da plena reabilitação* 2ª edição, Ed. Manole 2003: 83–106.
13. Isakov E, Mizrahi J, Susak Z and Onna I. A Swedish knee-cage for stabilizing short below-knee stumps. *Prosthet Orthot Int* 1992; 16: 114–117.

Sensate calcaneal flap in leg amputation: experience in eight adult patients

Strat Traum Limb Recon (2011) 6:91-96

DOI 10.1007/s11751-011-0118-z

ORIGINAL ARTICLE

Sensate composite calcaneal flap in leg amputation: a full terminal weight-bearing surface experience in eight adult patients

Bruno Livani • Gabriel Castro • Jose Roberto Tonelli Filho •

Tamara Ramos Morgatho • Mauricio Leal Dias Mongon •

William Dias Belangero • Michael Davitt • Jose André Carvalho

Sensate composite calcaneal flap in leg amputation: a full terminal weight-bearing surface—experience in eight adult patients

Bruno Livani · Gabriel Castro · Jose Roberto Tonelli Filho ·
Tâmara Ramos Morgatho · Mauricio Leal Dias Mongon ·
William Dias Belangero · Michael Davitt · Jose André Carvalho

Received: 27 February 2011 / Accepted: 11 July 2011 / Published online: 26 July 2011
© The Author(s) 2011. This article is published with open access at Springerlink.com

Abstract Despite modern reconstruction techniques and replantation, the preservation of a severely traumatised limb, or even a limb affected by a congenital malformation, usually gives poorer functional results compared with amputation and prosthetisation. The aim of this study was to describe a hind foot (including the calcaneum and fat pad) sensate flap with a surface that allows full terminal weight bearing in transtibial amputations in adults. Between June 2007 and September 2008, eight patients underwent leg amputations with a sensate composite calcaneal flap reconstruction of the stump. Patients consisted of four men and four women with a mean age of 46.5 (26–66) years. All amputations were unilateral. The mean follow-up was 28.3 (25–42) months. There were no complications. Calcaneum tibial fusion was observed in all patients in a mean time of 3.5 (3–4) months. A below-knee prosthesis was adapted at 16 weeks postoperatively in all cases, and no need for stump revision occurred in this series during the entire follow-up period. A transtibial amputation covered with a sensate plantar flap preserving the calcaneum was proposed. In theory, the anatomic structures spared in this technique provide a strong, full, weight-bearing terminal surface of the stump that will last a lifetime.

Keywords Heel · Leg · Extremities

B. Livani (✉)
Rua Ana Zorzetto Favaro 18, Residencial Paineiras,
Bairro Betel, São Paulo 13140-000, Brazil
e-mail: brunolivani@hotmail.com

G. Castro · J. R. T. Filho · T. R. Morgatho ·
M. L. D. Mongon · W. D. Belangero · M. Davitt ·
J. A. Carvalho
Hospital Madre Theodora, Campinas, SP, Brazil

Introduction

Despite modern reconstruction techniques and replantation, the preservation of a severely traumatised limb, or even a limb affected by a congenital malformation, usually gives poorer functional results compared to amputation and prosthetisation [1].

Of the possible levels of amputation, transtibial amputations result in functionally excellent outcomes. However, in contrast to hind foot amputations, such as Syme and especially Boyd and Pirogoff amputations, acute or late complications related to the amputated stump are frequent with the various described methods [2].

In 1949, Ertl described a surgical technique that restored the interosseous pressure through canal obliteration and expanded the area of terminal support by forming a bony bridge between the fibula and distal tibia, similar to Boyd amputation, but without the calcaneum and fat pad [3–5].

The aim of this study was to report the results of a hind foot (including the calcaneum and fat pad) sensate flap with a surface that allows full terminal weight bearing in transtibial amputations in adults.

Patients and methods

Patients

Between June 2007 and September 2008, eight patients underwent leg amputations with a sensate composite calcaneal flap reconstruction of the stump Table 1.

The inclusion criteria were adult patients who had indications for midshaft or distal tibial leg amputations. The exclusion criteria were patients with calcaneum disease such as osteomyelitis, heel pad ulcers, absence of a

Table 1 Preoperative data

Patient	Sex	Age, years	Aetiology	Comorbidities	Fixation	Flap
1	Male	66	Chronic distal tibial osteomyelitis	Schizophrenia diabetes	Two Steinmann pins	Pedicle
2	Female	43	Infected distal tibial pseudarthrosis	None	Two Steinmann pins	Pedicle
3	Female	38	Infected distal tibial pseudarthrosis	None	Two Steinmann pins	Pedicle
4	Male	49	Chronic distal tibial osteomyelitis	None	Two Steinmann pins	Pedicle
5	Male	26	Chronic tibio-talar infection osteomyelitis	Vascular injured limb	Two Steinmann pins	Pedicle
6	Male	49	Atrophic distal tibial pseudarthrosis	None	Two Steinmann pins	Pedicle
7	Female	43	Infected midshaft leg pseudarthrosis	None	Ilizarov external fixator	Free flap
8	Female	58	Chronic distal tibial osteomyelitis	None	Two Steinmann pins	Pedicle

posterior tibialis pulse, a nonsensible plantar foot sole, especially in the heel fat pad region, and oncologic indications for leg amputation.

Patients consisted of four men and four women with a mean age of 46.5 (26–66) years. All amputations were unilateral.

The mean follow-up was 28.3 (25–42) months.

Operative technique

The sensate composite calcaneal flap should be fixed as far distally as possible. The surgical procedure began with a medial longitudinal ankle incision to identify and isolate the posterior tibial neurovascular bundle, which was dissected proximally (until the tibial osteotomy level) and distally, including the calcaneum, heel fat pad, and as much foot sole as possible. A midfoot disarticulation at Chopart's joint was then performed as described by Boyd, with talectomy and calcaneus articular cartilage surface removal.

A midshaft tibial osteotomy was performed, and the distal flap was still perfused and innervated by the intact posterior tibial neurovascular bundle Fig. 1. To provide a tibial calcaneum fusion, the heel was fixed to the remaining tibial shaft with two smooth Steinmann pins. In the last case, we performed the fusion with an Ilizarov external fixator Fig. 2.

The neurovascular bundle remained intact in all cases except one, in which the neurovascular bundle was too redundant due to a shortening longer than 20 cm; we decided to resect a segment of the posterior tibial artery and veins with a termino-terminal microanastomosis, leaving the nerve intact, although with redundant nerve looping.

The patients were clinically and radiographically evaluated monthly. The stitches were removed after 3 or 4 weeks postoperatively.

A below-knee cast was used in the first seven cases until bone healing was observed both clinically and radiographically. The cast and Steinmann pins were then removed, and the patients started a rehabilitation and prosthetisation programme.



Fig. 1 Intraoperative picture showing a pedicled sensate composite calcaneal flap

Results

The intraoperative procedure had no intercurrents. The wound had no infection, and skin incisions healed without complications in all cases.

The stumps were painless and able to bear total terminal weight at 16 weeks in all patients. Calcaneum tibial fusion was observed in all patients in a mean time of 3.5 (3–4) months Table 2. Fusion was considered when the patients were completely pain free, no motion between the fragments could be clinically demonstrated, and the radiographic exam



Fig. 2 Picture at 3 months postoperative follow-up showing the flap fixed and compressed by an Ilizarov external fixator



Fig. 3 Picture at 30 months postoperative follow-up showing the calcaneal flap fused to distal tibia

Table 2 Postoperative data

Patient	Follow-up (months)	Healing (fusion) time (months)	Complications
1	42	03	None
2	35	03	None
3	33	04	None
4	31	03	None
5	30	04	None
6	29	04	None
7	29	04	None
8	25	03	None

showed the presence of bony trabeculae continuity through the main fragments (distal tibia and calcaneum) Fig. 3.

A below-knee prosthesis was adapted at 16 weeks postoperatively in all cases, and no need for stump revision occurred in this series during the entire follow-up period.

Discussion

Generally, the quality of life of a lower-limb amputee with a functional stump is similar to that of an average person [6]. Consequently, a technically well-constructed stump must be the objective of the orthopaedic surgeon. Unfortunately, many amputations are delegated to less experienced orthopaedic surgeons or even to medical residents, which can lead to poor functional results, chronic stump pain and prosthetisation difficulties. In the classical transtibial amputation, the fibula is osteotomised approximately 1 cm shorter than the tibia, avoiding an excessive concentration of pressure at this location during the gait after prosthetisation. The common complications with this technique may require stump revisions and result in high late-morbidity rates [7].

The initial amputation stump may be funnel-shaped, which can cause pain and difficulty adapting to a prosthesis. The distal narrowing of the stump is caused by

posteromedial migration of the fibula, which tends to medialise with weight bearing because it lacks a distal contention (i.e. the syndesmosis is lost). Given that pressure equals force divided by area ($P = F/A$), a smaller stump area experiences greater pressure and is thus more likely to develop ulcers, late infection and pain. Conversely, a larger area of support allows for a wider distribution of pressure, which reduces the likelihood of pain and increases the weight-bearing ability of the terminal stump. This is particularly important in meeting the greater functional demands in patients such as young people, athletes, members of the military and professionals who exert more physical effort [8]. In addition, a delay in or absence of the use of a stump can lead to progressive osseous demineralisation (nonuse osteoporosis), which is generally painful; the pain further reduces stump use, leading to a vicious circle that incapacitates the patient. Often, socioeconomic difficulties result, and an associated depression develops: the sooner the patient returns to a daily routine, the greater the chances are for socioeconomic readaptation [9].

Ankle disarticulations provide a durable end-bearing stump. In 1843, Syme described an amputation consisting of a bone section at the distal tibia and fibula 6 mm proximal to the periphery of the ankle joint. The tough, durable skin and fat pad of the heel flap provide normal weight-bearing skin. The most common cause of an unsatisfactory Syme stump is posterior migration of the heel pad [10, 11].

The Boyd amputation produces an excellent end-bearing stump around the ankle and eliminates the problem of posterior migration of the heel pad in addition to providing a stable stump with an intact proprioceptive sensation. This procedure involves talectomy, a forward shift of the calcaneus and calcaneotibial fusion [10, 11].

When classical transtibial amputation is performed, skin complications such as wound breakdown and development of ulcers, and callosities over a disarticulated stump may occur because of the concentration of pressure on the small weight-bearing stump. These complications often prolong the patient's hospital stay and prevent early aggressive rehabilitation with a prosthesis. To overcome this problem, a greater weight-bearing area and sufficient soft tissue coverage are desirable [4].

In 1949, Ertl described an amputation technique using a bony bridge that in theory dealt with all of the inconveniences of the conventional transtibial amputation previously mentioned. This procedure closes the medullary canal with cortical bone, which restores the intraosseous pressure, blood flow and vascularisation. The resulting bony bridge increases the terminal area of the stump, makes it more stable and avoids the posteromedial migration of the fibula and the consequent funnelling. A larger

base distributes the weight over a wider area, reducing the pressure [4–7].

Jupiter et al. and Ghali et al. both reported very good results using a fillet of a foot flaps, in traumatic amputations of the leg when the foot was intact. In both reports, the authors performed a pedicled flap of the foot sole and the heel pad without the calcaneum bone [12, 13].

In 2000, Stiebel et al. described a sensate calcaneal flap in traumatic leg amputations. The authors performed a pedicled calcaneal flap with the calcaneum turned on at a 90° in its longitudinal axis and fixed to the tibia as in Pirogoff amputation [14]. They fixed the calcaneum to the tibia in an elegant way using two crossed lag screws [14].

In 2002, Weber described a new technique for capping the distal tibia with a neurovascular calcaneus pedicle flap in congenital pseudarthrosis of the tibia in children. The technique was very similar to the technique described by Stiebel et al's. In that article, the author had not performed any of these procedures in adults, but recommended segmental resection of the vascular bundle and terminal anastomosis to avoid arterial occlusion because adults lack the vessel elasticity to allow loop arrangement and vein thrombosis [15].

We performed a pedicled composite calcaneal flap in all patients but one. In all cases, the calcaneum was fixed to the tibia similar to a Boyd amputation. In this series, we decided to proceed with a segmental vascular bundle resection with a termino-terminal microanastomosis reconstruction performing a free flap in only one patient. In this patient, the vascular bundle remained too redundant because the shortening was longer than 20 cm; although the flap was still perfused, we were concerned about a later perfusion compromise due to arterial or venous occlusion. To facilitate the clinical postoperative flap observation, we decided to use an Ilizarov external fixator instead of Steinmann pins and cast. The healing time was almost identical to that of the other patients, but we believed that it was more comfortable than using a cast for 3–5 months. Therefore, we intend to use the Ilizarov fixator more often in future cases, even in pedicled flaps. Another option would be to provide calcaneum fixation to the tibia using lag screws as proposed by Stiebel et al's. [14].

The procedures had no complications, even with some vascular bundle redundancy and looping. All calcaneal flaps consolidated between 3 and 5 months (average, 3.5 months).

We did not request routine preoperative angiographic studies in all patients. We only performed this examination in Patient 5, who had a vascular limb reconstruction after a knee dislocation and popliteal artery injury. This patient developed compartment syndrome and was treated with leg fasciotomy. Although the vascular bypass was able to maintain the limb, big toe necrosis and amputation, foot



Fig. 4 Picture showing the clinical aspect of the stump at 30 months postoperative follow-up



Fig. 5 Picture showing the patient able to support a painless full terminal weight bearing at 30 months postoperative follow-up

deformity with tibio-talar chronic infection occurred. Because the angiographic examination revealed that the hind foot was perfused, the patient elected to undergo the procedure described above.

The flap described provides proprioceptive feedback with the best bone and skin to support weight bearing. Another advantage is the possibility of using the same prosthesis commonly used in Boyd or Syme amputations due to a longer arm leverage that also allows full terminal weight bearing. The suspension system used to provide prosthesis fixation was the calcaneum itself, as the bulky distal surface, which looks like a 'mallet', promotes a stronger construction that avoids the usual supracondylean suspension system used in the most common KBM prosthesis Figs. 4 and 5. The obvious disadvantage of this procedure is that this amputation technique is only possible when the patient has a healthy calcaneum and heel pad.

Conclusion

In the current study, a transtibial amputation covered with a sensate plantar flap preserving the calcaneum was proposed. In theory, the anatomic structures spared in this technique provided a strong, full, weight-bearing terminal surface of the stump that will last a lifetime.

Acknowledgments *Funding:* FAPESP (São Paulo State Research Foundation), São Paulo, Brazil: 2009/02089-3. Profs.: Rames Mattar Jr, Marcelo Rosa de Rezende and Gustavo Bispo dos Santos, IOT-FMUSP, São Paulo, Brazil. Prof. Lourenço Sbragia Neto, FMRP-USP, Ribeirão Preto, SP, Brazil.

Conflict of interest The authors report no conflict of interest.

Open Access This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License which permits any use, distribution and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited.

References

1. Tekin L, Safaz Y, Göktepe AS, Yazıcıoğlu K (2009) Comparison of quality of life and functionality in patients with traumatic unilateral below knee amputation and salvage surgery. *Prosthet Orthot Int* 33(1):17–24
2. Ebrahimzadeh MH, Hariri S (2009) Long-term outcomes of unilateral transtibial amputations. *Mil Med* 174(6):593–597
3. Deffer PA, Moll JH, LaNoue AM (1971) The Ertl osteoplastic below-knee amputation. *J Bone Joint Surg Am* 53:1028
4. Pinzur MS, Beck J, Himes R, Callaci J (2008) Distal tibiofibular bone-bridging in transtibial amputation. *J Bone Joint Surg Am* 90(12):2682–2687
5. Gwinn DE, Keeling J, Froehner JW, McGuigan FX, Andersen R (2008) Perioperative differences between bone bridging and non-bone bridging transtibial amputations for wartime lower extremity trauma. *Foot Ankle Int* 29(8):787–793
6. Pinzur MS, Pinto MA, Saltzman M, Batista F, Gottschalk F, Juknelis D (2006) Health-related quality of life in patients with transtibial amputation and reconstruction with bone bridging of the distal tibia and fibula. *Foot Ankle Int* 27:907–912

7. Pinto MA, Harris WW (2004) Fibular segment bone bridging in trans-tibial amputation. *Prosthet Orthot Int* 28:220–224
8. Legro MW, Reiber GD, Smith DG, del Aguila M, Larsen J, Boone D (1998) Prosthesis evaluation questionnaire for persons with lower limb amputations: assessing prosthesis-related quality of life. *Arch Phys Med Rehabil* 79:931–938
9. Harness N, Pinzur MS (2001) Health related quality of life in patients with dysvascular transtibial amputation. *Clin Orthop Relat Res* 383:204–207
10. Grady JF, Winters CL (2000) The Boyd amputation as a treatment for osteomyelitis of the foot. *J Am Podiatr Med Assoc* 90(5):234–239
11. Pinzur MS, Gottschalk FA, Pinto MA, Smith DG (2007) Controversies in lower-extremity amputation. *J Bone Joint Surg Am* 89:1118–1127
12. Jupiter JB, Tsai TM, Kleinert HE (1982) Salvage replantation of lower limb amputations. *Plast Reconstr Surg* 69(1):1–8
13. Ghali S, Harris PA, Khan U, Pearse M, Nanchahal J (2005) Leg length preservation with pedicled fillet of foot flaps after traumatic amputations. *Plast Reconstr Surg* 115(2):498–505
14. Stiebel M, Lee C, Fontes R (2000) Calcaneal fillet of sole flap: durable coverage of the traumatic amputation stump. *J Trauma* 49(5):960–963
15. Weber M (2002) Neurovascular calcaneo-cutaneous pedicle graft for stump capping in congenital pseudarthrosis of the tibia: preliminary report of a new technique. *J Pediatr Orthop B* 11:47–52

Transtibial Amputation using the Ertl Bony Bridge Technique

Eur Orthop Traumatol (2010) 1:21–24

DOI 10.1007/s12570-010-0005-y

ORIGINAL ARTICLE

Transtibial amputation using the Ertl bony bridge technique

Mauricio L. Mongon & Michael Davitt &

José A. Carvalho & William Dias Belangero &

Bruno Livani

Received: 15 March

Transtibial amputation using the Ertl bony bridge technique

Mauricio L. Mongon · Michael Davitt ·
José A. Carvalho · William Dias Belangero ·
Bruno Livani

Received: 15 March 2010 / Accepted: 27 March 2010 / Published online: 23 April 2010
© EFORT 2010

Abstract

Introduction Between 1998 and 2008, 16 adults patients underwent unilateral transtibial amputation and had the distal ends of the tibia and fibula linked using the Ertl bony bridge technique. The patients ranged in age from 18 to 55 years and had a mean postoperative follow-up of 6.8 years.

Purpose The purpose of the surgery was to (1) create a rigid, stable bone framework; (2) restore the intramedullary bone physiology; and (3) increase the capacity of the distal end of the stump to support the body weight.

Results and discussion The average soft tissue healing time did not differ from that of the classical procedure. Radiographically, all patients developed proper bony bridges, in an average period of 11 weeks. The technique had excellent functional results, allowing terminal weight bearing without pain.

Conclusion This technique provides an excellent alternative to other techniques described in the literature.

Keywords Transtibial amputation ·
Ertl bony bridge technique · Surgery

Introduction

Amputations, especially of the lower limbs, are among the most ancient surgical procedures and give excellent results, under the correct indications [1]. Despite modern reconstruction techniques and replantation, the preservation of a seriously traumatized limb, or even a limb affected by a

congenital malformation, usually gives poorer functional results compared with amputation and prosthetization [2].

Of the possible levels of amputation, transtibial amputations result in functionally excellent outcomes. However, acute or late complications related to the amputated stump are frequent with the various described techniques [3]. Most techniques leave the medullary canal open, resulting in the loss of intraosseous pressure, which can alter endosteal vascularization. In painful stumps that need revision, loss of the distal sinostosis is common; this evolves with the approximation between the bones, funneling the extremity and allowing posterior migration of the cushion, which usually prevents functional prosthesis adaptation [4].

In 1949, Ertl described a surgical technique that restored the interosseous pressure through canal obliteration and expanded the area of terminal support by forming a bony bridge between the fibula and distal tibia [5]. Here, we evaluated 16 amputees who underwent transtibial amputation using the bony bridge technique described by Ertl.

Patients and method

Between 1998 and 2008, 16 adults patients underwent leg amputation who had infectious (seven patients) or traumatic (11 patients) disorders requiring transtibial amputation (Table 1). All the patients were operated on by the same surgeon.

The age ranged from 18 to 55 years old (average 28.8 years). Eleven were male and five female. The follow-up ranged from 3 to 11 years (average 6.8 years).

The Ertl technique was used in all patients [5].

Surgical technique

The bony bridge construction between tibia and fibula must be performed as far distally as possible, and the desired

M. L. Mongon · M. Davitt · J. A. Carvalho · W. D. Belangero ·
B. Livani (✉)
Department of Orthopedics, Faculty of Medical Science,
University of Campinas (UNICAMP),
Campinas, Brazil
e-mail: brunolivani@hotmail.com

Table 1 Casuistic data of 16 adults patients amputated by Ertl technique

Patient number	Gender	Age (years)	Etiology	Complications	Follow-up (years)
01	Male	18	Osteomyelitis	No	11
02	Female	25	Osteomyelitis	No	10
03	Male	21	Traumatic	No	10
04	Male	28	Osteomyelitis	Yes	10
05	Male	35	Traumatic	No	9
06	Female	23	Traumatic	Yes	9
07	Male	49	Osteomyelitis	No	8
08	Female	55	Osteomyelitis	No	8
09	Male	27	Traumatic	No	7
10	Male	24	Traumatic	No	6
11	Male	19	Traumatic	No	5
12	Female	21	Traumatic	No	4
13	Female	29	Osteomyelitis	No	4
14	Male	33	Traumatic	No	3
15	Male	31	Osteomyelitis	No	3
16	Male	24	Traumatic	No	3

level is the osseous equivalent of the muscle-tendon transition of the gastrocnemius muscle.

The surgical procedure begins with two ca. 8-cm longitudinal incisions, one anterolateral and the other posteromedial, starting 2.5 cm above the level proposed for the tibial osteotomy. Distally, these incisions are connected by a circular incision. The two flaps so formed are elevated, assuring that the deep fascia and muscular aponeurosis remain intact. Then, a vertical incision is made in the deep fascia, just lateral to the tibial crest. At this point, extreme care must be taken to avoid damage to the periosteum. Another vertical incision is made through the deep fascia, aligned with the fibula. All of the anterior and lateral compartment muscles are removed. Up to this point, both bones and the interosseous membrane have remained intact.

The fibula is sectioned at the same final level planned for the tibia, preserving the interosseous membrane. The tibia is sectioned about 8 cm below the fibula, and the amputated distal extremity is removed.

About 1 cm above the level of the definitive tibial osteotomy, two vertical incisions are made in the tibial periosteum and extending distally for about 8 cm, dividing the periosteum into two flaps. The anterior flap is determined by the periosteum that comprises the subcutaneous area of the tibia. Then, these flaps are elevated from distal to proximal with a chisel, so that small cortical bone fragments remain adhered to the periosteum (Fig. 1). This elevation is extended to a point 1 cm above the proposed section level.

Now, the tibia can be osteotomized at the definitive level. Then, the anterodistal extremity is sculpted carefully.

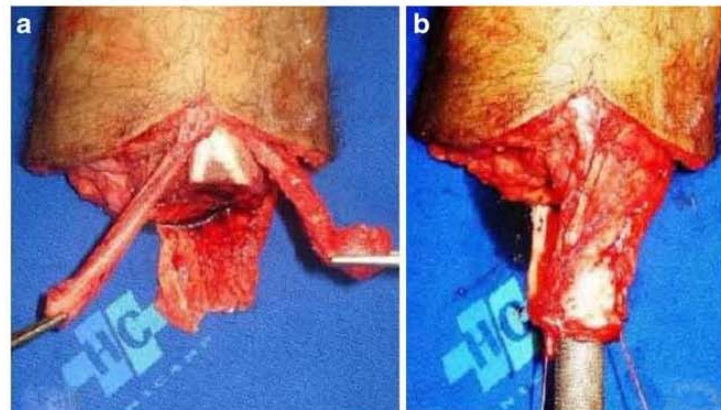
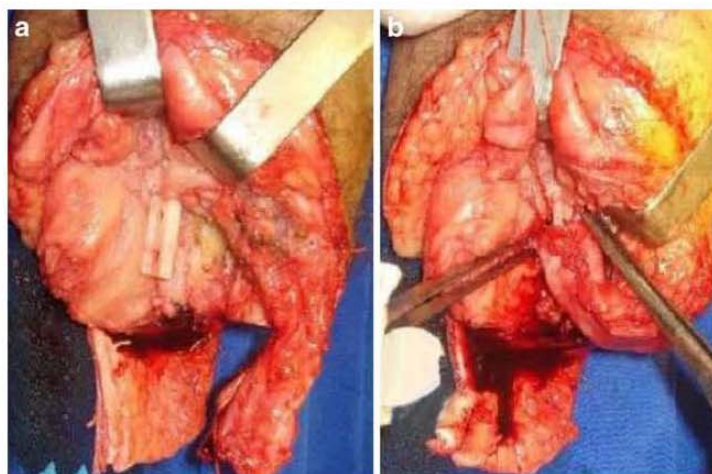
Fig. 1 **a** Two tibial osteoperiosteal flaps. **b** Construction of a osteoperiosteal tube made from two tibial osteoperiosteal flaps

Fig. 2 **a** Fibula with two holes for the tibial osteoperiosteal tube fixation. **b** Fibula inside the tibial osteoperiosteal tube ready to be fixed with sutures



Before constructing the osteoperiosteal tube, the main vasculo-nervous plexus must be isolated carefully, with the artery and vessels clamped separately and with the nerves clamped and sectioned after mild traction, so that they will retract proximally.

Then, the osteoperiosteal flaps are cut to the proper size, reflected on the fibula, and sutured to it through the perforation made previously when it was sectioned. The posterolateral flap is sutured first, followed by the anteromedial flap. Finally, the two patches are sutured to each other, forming an osteoperiosteal tube that connects the tibia to the fibula, distally (Fig. 2).

When the bony bridge is completed, a cushion must be prepared from the two muscle flaps, the aponeurosis, and the remaining intact deep fascia. These must be sculpted properly to allow them to be sutured together and to the osteoperiosteal tube, as well as to its base, under mild tension.

The deep posterior compartment musculature should be resected at the same level as the tibial osteotomy, leaving only the gastrocnemius muscle as a posterior flap. For the tibia, the prominence formed by its crest must be sculpted with round corners, without osseous prominences.

The deep musculature enlarges the stump distal volume, beyond the fact that the soleus muscle generates intramural venous lakes that may contribute to local hematoma formation. At this point, drains should be installed in the bone and muscular plane. Both long flaps of skin are then cut and sutured under mild tension. Suction drainage is also established in the subcutaneous plane.

The skin suture is positioned almost perpendicularly to the muscular plane suture; this helps prevent the formation of undesirable adherent scars among the planes. The surgical dressing used is the same as that recommended for a conventional amputation, i.e., an elastic compression

dressing consisting of orthopedic cotton and an elastic bandage. Early knee motion is encouraged.

Results

Fifteen patients developed a functional stump with painless terminal weight-bearing support. The average healing time did not differ from that of the classical procedure.

In this series, infection was the only complication observed. Two patients had superficial infections that were treated with debridement and first-generation cephalosporins. One of these patients, with diabetes mellitus, had a late deep infection of the stump. As the infection did not resolve, it was necessary to raise the level of amputation to a knee disarticulation, which healed subsequently.

Radiographically, 15 cases developed proper bony bridges in an average period of 11 weeks (Fig. 3). All 15

Fig. 3 Patient 08 radiograph, showing complete ossified bony bridge after 8 years postoperative



patients received prostheses and reported satisfactory qualities of life.

Discussion

Generally, the quality of life of a lower limb amputee with a functional stump is similar to that of an average person [6]. Consequently, a technically well-constructed stump must be the objective of the orthopedic surgeon. Unfortunately, many amputations are delegated to less experienced professionals, which can lead to poor functional results, chronic stump pain, and prosthetization difficulties [1].

In the classical transtibial amputation, the fibula is osteotomized about 1 cm shorter than the tibia, avoiding the excessive concentration of pressure at this location during the gait after prosthetization. The complications common with this technique may require stump revisions and result in high late-morbidity rates [7].

The initial shape of the amputation stump can funnel, which can cause pain and difficulty adapting to a prosthesis. The distal narrowing of the stump is caused by posteromedial migration of the fibula, which tends to medialize with weight bearing, as it lacks a distal contention (i.e., the syndesmosis was lost). Given that pressure equals force divided by the area (i.e., $P=F/A$), a smaller stump area experiences greater pressure and is thus more likely to develop ulcers, late infection, and pain. Conversely, a larger area of support allows for a wider distribution of pressure, which reduces the likelihood of pain and increases the weight-bearing ability of the terminal stump. This is particularly important for meeting the greater functional demands in patients such as young people, athletes, military, and professionals who exert more physical effort [8].

A change in the intraosseous pressure and the consequent reduction in perfusion result from an open distal tibia and can cause stump pain [9]. In addition, a delay in or absence of the use of a stump can lead to progressive osseous demineralization (non-use osteoporosis), which is generally painful; the pain further reduces stump use, leading to a vicious cycle that incapacitates the patient. Often, socioeconomic difficulties result and an associated depression develops. The sooner the patient returns to a daily routine, the greater are the chances of socioeconomic re-adaptation [10].

In 1949, Ertl described an amputation technique using a bony bridge that, in theory, dealt with all of the inconveniences of the conventional transtibial amputation mentioned above. This procedure closes the medullary canal with cortical bone, which restores the intraosseous pressure,

blood flow, and vascularization [5]. The resulting bony bridge increases the terminal area of the stump, makes it more stable, and avoids the posteromedial migration of the fibula and the consequent funneling. A larger base distributes the weight over a wider area, reducing the pressure.

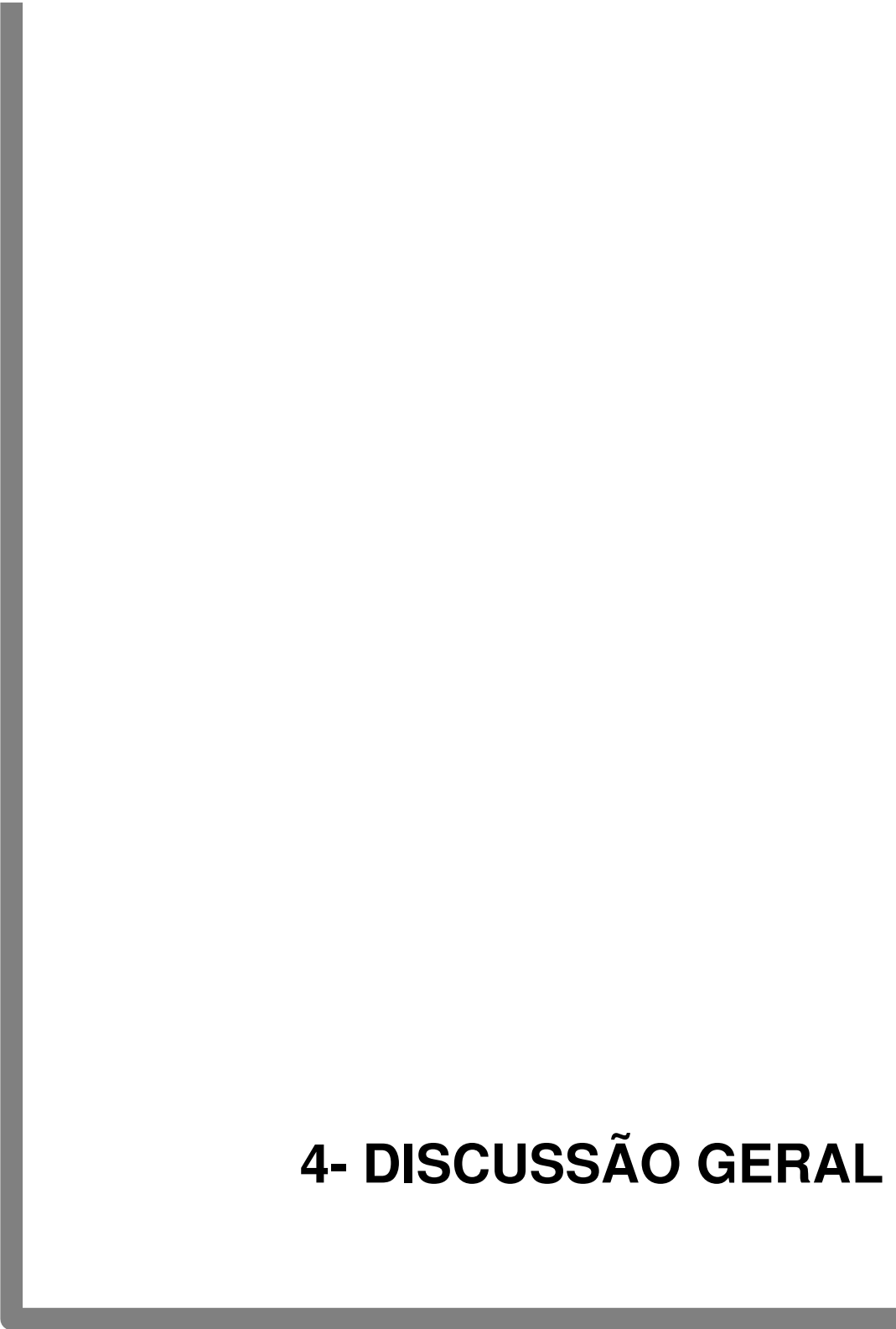
One inconvenience of this technique is that the initial level of the lesion cannot be very proximal in the tibia, because this would prevent the construction of an osseous-periosteal tube of proper length. Consequently, a bony bridge is impossible in oncologic cases requiring a wide surgical margin and in many cases of trauma. In the cases presented here, the amputations were performed in patients who had trauma to the lower limbs requiring either early amputation or amputation following the development of painful chronic osteomyelitis.

Conclusion

The construction of a bone bridge as described by Ertl is a safe and effective procedure that allows painless terminal weight bearing. It is particularly useful in young patients, athletes, and patients with great physical demands.

References

1. Dougherty PJ (2006) War wounds, limb salvage, and traumatic amputations. Rockwood & Green's Fractures in Adults, 6th edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 477–494
2. Mihalko JM, Martinez SF (2008) Lower limb amputation. Campbell's Operative Orthopedics, 11th edn. Mosby Elsevier, Philadelphia, pp 601–613
3. Pinzur MS, Gottschalk FA, Pinto MA, Smith DG (2007) American Academy of Orthopaedic Surgeons. Controversies in lower-extremity amputation. J Bone Joint Surg Am 89:1118–1127
4. Smith DG, Berke GM (2004) Post-operative management of the lower extremity amputee. J Prosthet Orthot 16:2–14
5. Ertl J (1949) Über amputationsstumpfe Chirurg 20:218–224
6. Pinzur MS, Pinto MA, Saltzman M, Batista F, Gottschalk F, Juknelis D (2006) Health-related quality of life in patients with transtibial amputation and reconstruction with bone bridging of the distal tibia and fibula. Foot Ankle Int 27:907–912
7. Pinto MA, Harris WW (2004) Fibular segment bone bridging in trans-tibial amputation. Prosthet Orthot Int 28:220–224
8. Legro MW, Reiber GD, Smith DG, del Aguila M, Larsen J, Boone D (1998) Prosthesis evaluation questionnaire for persons with lower limb amputations: assessing prosthesis-related quality of life. Arch Phys Med Rehabil 79:931–938
9. Deffier PA, Moll JH, LaNoue AM (1971) The Ertl osteoplastic below-knee amputation. J Bone Joint Surg Am 53:1028
10. Harness N, Pinzur MS (2001) Health related quality of life in patients with dysvascular transtibial amputation. Clin Orthop Relat Res 383:204–207



4- DISCUSSÃO GERAL

O corpo humano para percorrer uma determinada distância integra os movimentos dos vários segmentos corporais e controla a atividade muscular, de modo que o gasto energético seja mínimo. No entanto, este equilíbrio pode ser alterado quando ocorrer qualquer interferência nas relações normais, como na amputação de um membro inferior, aumentando o gasto energético e alterando os padrões normais da marcha.

A amputação não resulta apenas na perda física, mas também na perda de todo um mecanismo integrado entre tronco, pelves e membros responsável pelo funcionamento harmônico do sistema locomotor. Quanto mais proximal for o nível de amputação do membro inferior, maior será a perda do mecanismo de controle neural aferente e eferente e dos órgãos efetores da marcha.

As próteses aplicadas aos cotos de amputações buscam compensar a perda funcional e permitir uma função adequada de marcha com baixo gasto energético, principalmente quando nas amputações a articulação do joelho é preservada e a possibilidade de descarga distal está presente. Os encaixes protéticos são responsáveis pela fixação da prótese ao membro residual e pelas transmissões de forças e movimentos durante a realização da marcha. A escolha dos diferentes tipos de encaixes depende das características específicas de cada nível e tipo de amputação.

A manutenção da articulação do joelho é fundamental para o sucesso na reabilitação do paciente amputado, principalmente quando se trata de amputados idosos, ou seja, a principal população afetada por doenças vasculares ou neuropáticas e consequentemente pelas amputações no mundo.

Dados do censo (IBGE 2000)⁽⁴¹⁾ revelaram a existência no Brasil de 24,5 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência, o que representa 14,5% da população brasileira. Deste percentual 5,31% apresenta amputações, o que representa mais de 1,3 milhões de brasileiros. Estima-se que as amputações de membros inferiores correspondam a 85% de todas as amputações, apesar de não existirem informações epidemiológicas precisas.

Dados do Censo Demográfico de 2010⁽⁴²⁾ já revelam mais de 45 milhões de deficientes, sendo 13.273.969 portadores de deficiência física.

Dentre os diferentes níveis de amputações dos membros inferiores poderemos encontrar amputações ao nível do joelho, como nas desarticulações de joelho ou acima deste, como nas amputações transfemorais e desarticulações de quadril. Cirurgicamente nestes casos não há preservação da articulação do joelho e consequentemente desvantagens funcionais e nas técnicas de protetização quando comparados às amputações mais distais. Dentre elas podemos citar a falta de braço de alavanca nas desarticulações de quadril aumentando os movimentos compensatórios durante a marcha; trans-secção óssea nas amputações transfemorais com contra-indicação para descarga distal e desequilíbrios musculares levando a deformidades em flexão e abdução de quadril e nas desarticulações de joelho, o uso de movimentos compensatórios para controle dos joelhos mecânicos.

Quando as amputações são realizadas ao nível do pé ou tornozelo, como nas amputações parciais de pé ou na desarticulação de Syme, um grande segmento do membro amputado é preservado resultando em cotos longos, com indicação de apoio terminal e em muitos casos com possibilidades de marcha até sem próteses. Entretanto, nas amputações parciais de pés são comuns as deformidades em equino-varo comprometendo a funcionalidade nas protetizações.

Quando as amputações são realizadas entre as articulações do joelho e tornozelo, encontramos as amputações classificadas como transtibiais, as quais podem ser realizadas com diferentes técnicas cirúrgicas e reabilitadas com técnicas de protetizações específicas aumentando a funcionalidade do usuário.

Nas amputações transtibiais clássicas, onde ocorre uma trans-secção tíbio-fibular com a fíbula mais curta que tibia, os ossos são mantidos livres, acarretando durante o processo de protetização e reabilitação um afunilamento do coto de amputação, riscos de uma luxação posterior da fíbula, osteopenia e impossibilidade de descarga terminal. Para este mesmo nível de amputação,

técnicas cirúrgicas não convencionais poderiam ser realizadas proporcionando uma fusão tíbio-fibular com o próprio segmento da fíbula ou com o periósteo tibial composto por lascas ósseas, criando-se uma ponte óssea. Em outras situações um retalho plantar pediculado com preservação parcial do osso calcâneo poderia ser unidos à tíbia e fíbula. Nestas duas situações teríamos amputações transtibiais com cotos não afunilados, sem riscos de luxação fibular, com maior densidade óssea e com possibilidade de descarga terminal resultando em processos de reabilitação com próteses específicas e muito funcionais. Em outras situações onde não há possibilidade de cotos transtibiais com fusão tíbio-fibular, mas ainda é possível salvar a articulação do joelho, preconiza-se amputações bem proximais com manutenção da inserção do tendão patelar e remoção completa da fíbula. Funcionalmente esta amputação resulta em cotos extremamente curtos porém ainda apresenta benefícios funcionais quando comparadas com os níveis de amputações que eliminam a articulação do joelho.

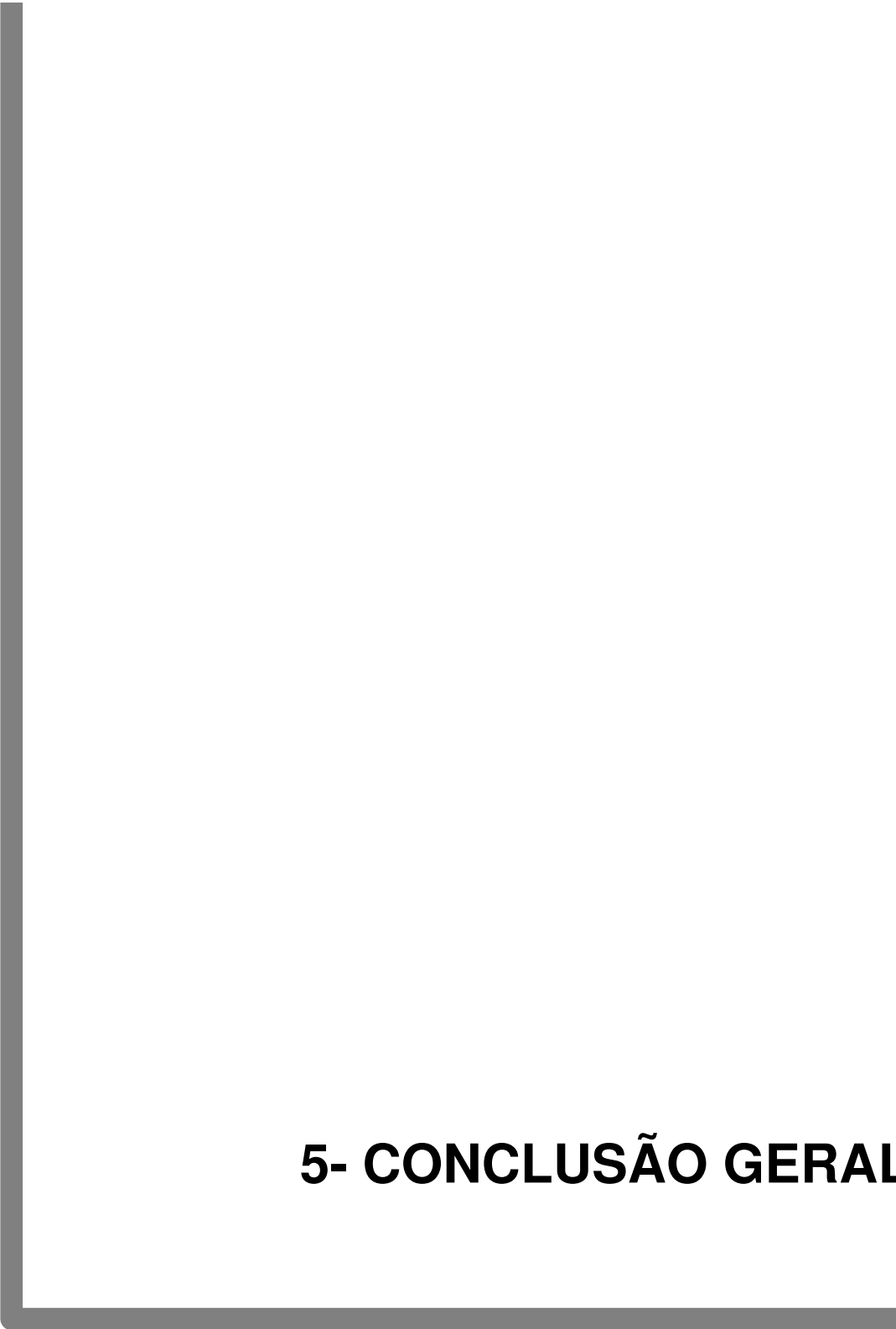
Segundo Pedrinelli, o sucesso da reabilitação após cirurgia de amputação está relacionado ao seu nível. Pelo menos 90% dos pacientes com amputações transtibiais e apenas 25% dos com amputações acima do joelho farão uso adequado da prótese⁽⁴³⁾. Galico et al⁽⁴⁴⁾ e Shenaq et al⁽⁴⁵⁾ utilizaram retalhos miocutâneos em cotos transtibiais com insuficiência de tecidos visando preservação do nível de amputação. Potvim et al, demonstram que os amputados transtibiais apresentam maior funcionalidade e utilizam diariamente mais suas próteses quando comparados aos amputados transfemorais⁽⁴⁶⁾.

Visando a reabilitação do paciente com prótese, a amputação transtibial é o nível mais realizado entre as amputações maiores^(47,48). Considerando que a preservação da articulação do joelho em uma amputação de membro inferior resulta em ganho funcional, porque não eleger a amputação transtibial como nível prioritário em relação às desarticulações de joelho e amputações transfemorais, mesmo que para isto o coto ósseo remanescente seja extremamente curto?

Sabendo que existe possibilidade de fusão tíbio-fibular através da técnica de periosteoplastia em amputações eletivas, porque não realizá-la, restabelecendo a pressão óssea intramedular e a possibilidade de descarga de peso terminal?

Também é importante salientar que nos casos de lesões distais de perna com possibilidade de reutilização do retro-pé com calcâneo, coxim gorduroso e feixe nervoso para manutenção da descarga terminal, por que não fazê-lo? Técnicas cirúrgicas específicas demonstram que a fusão do calcâneo à tibia possibilita aumento da área para descarga de peso terminal, facilita a fixação da prótese ao membro residual e proporciona grande conforto ao amputado durante a deambulação.

Dentre as inúmeras vantagens das amputações transtibiais com técnicas cirúrgicas não convencionais em relação aos outros níveis de amputação, citamos além da preservação da articulação do joelho fundamental para a marcha humana, a redução do consumo de energia durante a deambulação, a facilidade para colocação e remoção das próteses, maior facilidade nos processos de reabilitação e menor custo para aquisição dos dispositivos favorecendo grande parte da população, desfavorecida financeiramente.



5- CONCLUSÃO GERAL

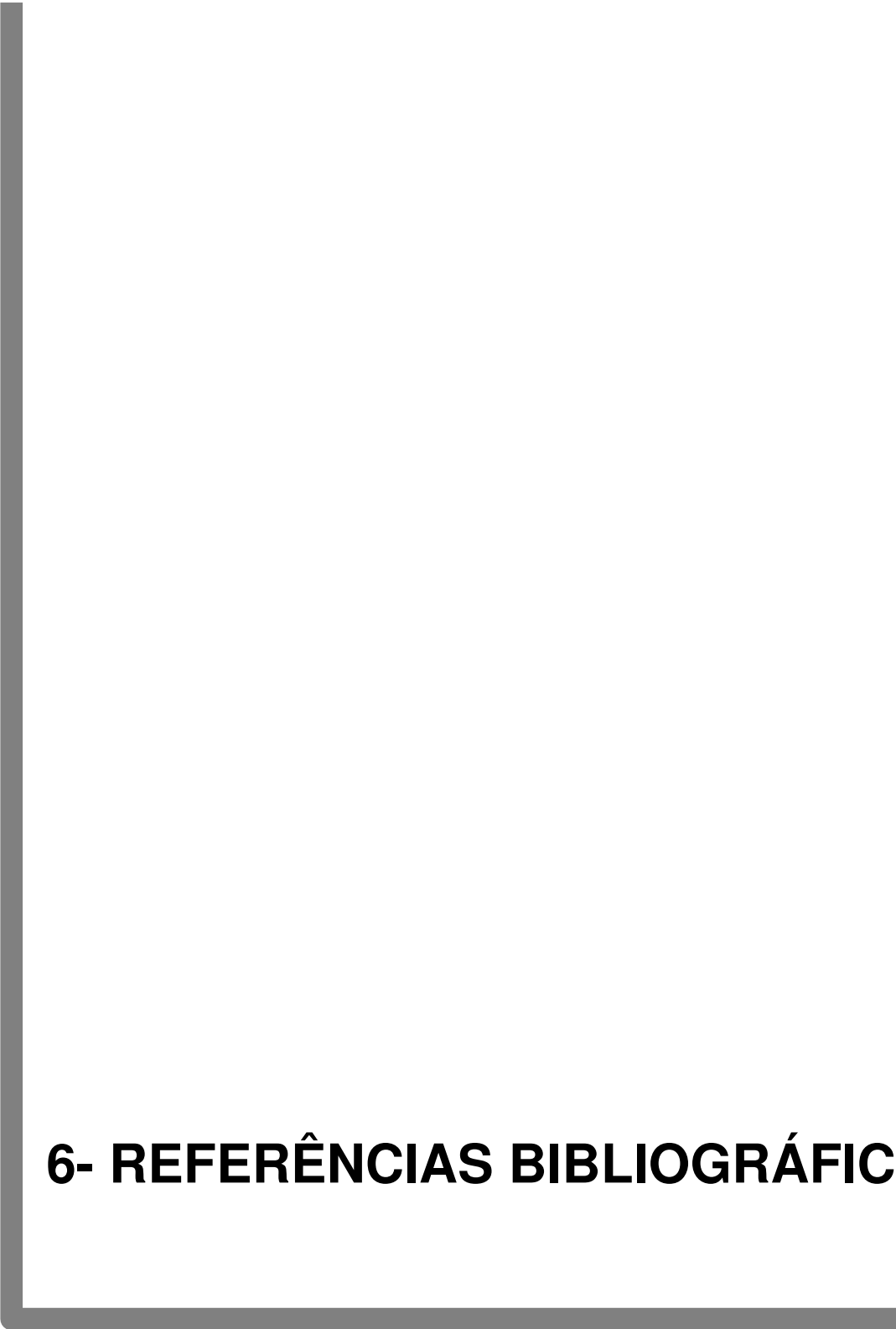
Técnicas cirúrgicas não convencionais realizadas nas amputações transtibiais podem proporcionar aos indivíduos usuários de próteses um ganho funcional importante tanto na qualidade da marcha com o aparelho protético modificado como na condição fisiológica do próprio coto de amputação.

A preservação da articulação do joelho em amputados de membros inferiores é fundamental para uma marcha mais funcional e com menor gasto de energia. Entretanto, muitos cirurgiões ainda realizam amputações mais proximais, ou seja, desarticulações de joelho e amputações transfemorais, por desconhecerem que cotos transtibiais extremamente curtos também podem ser funcionais quando tratados com protetizações específicas. A amputação transtibial extremamente curta, apesar de apresentar um pequeno braço de alavanca, deve ser considerada como mais uma opção de nível de amputação funcional. Outras técnicas cirúrgicas não convencionais descritas, tais como as amputações transtibiais com periosteoplastia tíbio-fibular ou as amputações com fusão óssea calcâneo-tibial também devem ser divulgadas e realizadas sempre que possível, pois aumentam a funcionalidade dos membros amputados e colaboram positivamente para a reabilitação protética.

A técnica de amputação transtibial com fusão tíbio-fibular resulta na formação de uma ponte óssea estável, a qual permite na prótese apoio distal total, assim como na técnica cirúrgica proposta com fusão do calcâneo na diáfise tibial, permitindo descarga distal em uma região com coxim de proteção, maior área de apoio e uma fixação protética facilitada pela presença do próprio calcâneo.

As próteses apresentam como objetivo principal resgatar a função perdida com a amputação do membro inferior. Nas próteses compostas por joelhos mecânicos utilizadas nas amputações acima do joelho, movimentos compensatórios sempre devem ser realizados para proporcionar maior estabilidade e controle da prótese durante a marcha, acarretando algumas limitações funcionais e aumento do gasto energético. Nas protetizações de amputações transtibiais clássicas a preservação da articulação do joelho permite

controle fisiológico dos movimentos durante a realização da marcha, porém a ausência de apoio distal no coto de amputação leva ao aumento da pressão em grupos musculares para distribuição do peso corpóreo resultando em atrofia muscular e diminuição da propriocepção. Já nas amputações transtibiais submetidas a técnicas cirúrgicas não convencionais é possível realizar a distribuição de peso sobre o próprio segmento amputado melhorando as características fisiológicas do coto de amputação e aumentando a funcionalidade da prótese utilizada no processo de reabilitação.



6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

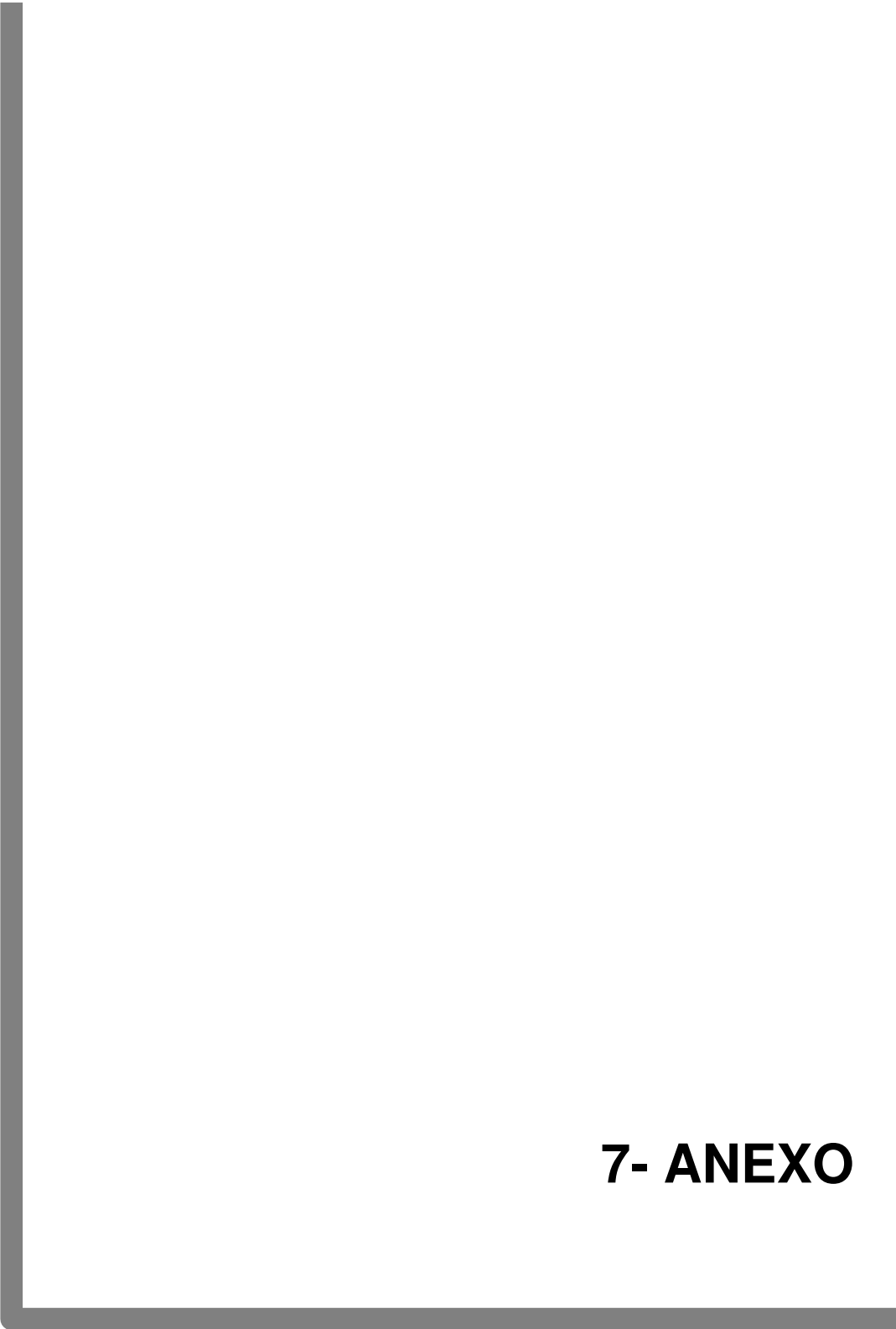
- 1- Vanderwerker EE. A brief review of history of amputations and prostheses. ICIB 1976; Vol 15(5):p15-16.
- 2- Le Vay D. The History of Orthopaedics. Patheron Publishing Group, Camforth, UK 1990, p.20-41.
- 3- Birch R. A history of limb amputation. J Bone Joint Surg Br 2008; 90(10):p.1276-7.
- 4- Sellegren KR. An Early History of Lower Limb Amputations and Prostheses. Iowa Orthop J. 1982;2:13-27.
- 5- www.oandplibrary.org/op/pdf/1974_01_012.pdf.
- 6- Convery P, Jones D, Hughes J, Whitefield G. Potential problems of manufacture and fitting of polypropylene ultralightweight below-knee prostheses *O&P Library > POI > 1984, Vol 8, Num 1 > pp.21-28.
- 7- Bowker JH, Michael JW. Atlas of Limb Prosthetics, Surgical, Prosthetic and Rehabilitation Principles, 2nd ed., chapter 1, p.3-13,1992.
- 8- Cassone AE, Gonçalves JCB. Amputações traumáticas do membro inferior. In: Carvalho JA (ed) *Amputações de membros inferiores: Em busca da plena reabilitação* 2^a edição, Ed. Manole 2003, p.107-125.
- 9- Herzenberg JE. Congenital limb deficiency and limb lenght discreepancy. In: Canale ST & Beaty JH: *Operative pediatric orthopaedics*. 2^a edição, Mosby, St Louis, Missouri, 1995. pag. 192-255.
- 10- The Global Lower Extremity Amputation Study Group: Epidemiology of lower extremity amputation in centers in Europe, North America and East Asia. Br J Surg 87:328-337.
- 11- Pinzur MS. New concepts in lower-limb amputation and prosthetic management. Instr Course Lect. 39:361-6,1990.

- 12- Bowker J. 2007. Partial foot amputations and disarticulations: Surgical aspects. *Journal of Prosthetics and Orthotics* 19:62-76.
- 13- McKittrick LS, McKittrick JB, Risley TS. 1993. Transmetatarsal amputation for infection or gangrene in patients with diabetes mellitus. *Journal American Podiatric Medical Association* 83:62-78.
- 14- Mueller MJ, Salsich GB, Bastian AJ. 1998. Differences in the gait characteristics of people with diabetes and transmetatarsal amputation compared with age-matched controls. *Gait and Posture* 7:200-206.
- 15- Sanders LJ, Dunlap G. 1992. Transmetatarsal amputation. A successful approach to limb salvage. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 82(3):129-35.
- 16- Sage RA. Risk and prevention of reulceration after partial foot amputation. *Foot Ankle Clin.* 2010 Sep;15(3):495-500.
- 17- Janisse DJ, Janisse EJ. Shoes, orthoses, and prostheses for partial foot amputation and diabetic foot infection. *Foot Ankle Clin.* 2010 Sep;15(3):509-23.
- 18- Bowker JH. Partial Foot Amputations and Disarticulations: Surgical Aspects. *JPO* 2007 Vol. 19, Num. 3S. pp.62-76
- 19- Harris RI. Syme's amputation: the technical details essential for success. *J. Bone Joint Surg [Br]* 1956;38-B:614-32.
- 20- Tosun B, Buluc L, Gok U, Unal C. Boyd amputation in adults. *Foot Ankle Int.* 2011 Nov;32(11):1063-8.
- 21- Smith DG, Fergason JR. Transtibial amputations. *Clin Orthop Relat Res.* 1999 Apr;(361):108-15.
- 22- Hicks L, McClelland RN. Below-knee amputations for vascular insufficiency. *Am Surg.* 1980 Apr;46(4):239-43.
- 23- *Strat Traum Limb Recon* (2011) 6:91-96. DOI 10.1007/s11751-011-0118-z.

- 24- Eur Orthop Traumatol (2010) 1:21–24. DOI 10.1007/s12570-010-0005-y.
- 25- Pinzur MS, Pinto MA, Saltzman M, Batista F, Gottschalk F, Juknelis D. Health-related quality of life in patients with transtibial amputation and reconstruction with bone bridging of the distal tibia and fibula. Foot Ankle Int 2006; 27:907-912-7.
- 26- Pinto MA, Harris WW Fibular segment bone bridging in trans-tibial amputation. Prosthet Orthot Int 2004;28:220-224.
- 27- Livani B, Castro G, Filho JR, Morgatho TR, Mongon ML, Belangero WD, et al. Sensate composite calcaneal flap in leg amputation: a full terminal weight-bearing surface-experience in eight adult patients. Strategies Trauma Limb Reconstr. 2011 Aug;6(2):91-6.
- 28- Burgess EM. 1968. The below knee amputation Bull Prosthet Res 10:19-25.
- 29- Mayfield GM. Vietnam War Amputees. In: Ballard, A. Eds Orthopedic Surgery in Vietnam. United States Army Washington, D.C., pp.132-153:1994.
- 30- Pant R, Younge D. Turn-up bone flap for lengthening the below knee amputation stump. J Bone Joint Surg [Br] 2003;85-B:171-3.
- 31- Kegel B, Carpenter ML, Burgess EM. Functional capabilities of lower extremity amputees. Arch Phys Med Rehabil. 1978;Mar;59(3):109-20.
- 32- Hagberg E, Berlin ÖK, Renström P. Function after through-knee compared with below-knee and above-knee amputation. Prosthetics and Orthotics International, 1992;16,168-173.
- 33- Gonzalez EG, Corcoran PJ, Reyes RL. Energy expenditure in below-knee amputees: Correlation with stump length. Arch Phys Med Rehabil. 1974; 55:111-119.
- 34- Pinzur MS. New concepts in lower-limb amputation and prosthetic management. Instr Course Lect 1990;39:361-6.

- 35- Majumdar K, Lenka PK, Mondal RK, Kumar R, Triberwala DN. Relation of Stump Length with Various Gait Parameters in trans-tibial Amputees. Online J Health Allied Scs. 2008;7(2):2.
- 36- Burgess EM. Disarticulation of the knee. A modified technique. Arch Surg. 1977 Oct;112(10):1250-5.
- 37- Hagberg E, Berlin OK, Renström P. Function after through-knee compared with below-knee and above-knee amputation. Prosthet Orthot Int. 1992 Dec;16(3):168-73.
- 38- Baumgartner RF. Knee disarticulation versus above-knee amputation. Prosthet Orthot Int. 1979 Apr;3(1):15-9.
- 39- Waters RL. The energy expenditure of amputee gait. Bowker JH, Michael JW (ed): In: Atlas of limb prosthetics: Surgical, prosthetic and rehabilitation principles. St. Louis: Mosby Year Book, 1992;381-387.
- 40- Ludwigs E, Bellmann M, Schmalz T, Blumentritt S. Biomechanical differences between two exoprosthetic hip joint systems during level walking. Prosthet Orthot Int. 2010 Dec;34(4):449-60.
- 41- IBGE 2000.
http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=438&id_pagina=1
- 42- IBGE 2010.
<http://www.pessoacomdeficiencia.sp.gov.br/sis/lenoticia.php?id=967>
- 43- Pedrinelli A. Amputações traumáticas do membro inferior. In: Carvalho JA (ed) *Amputações de membros inferiores: Em busca da plena reabilitação* 2ª edição, Ed. Manole 2003,p.83-106.
- 44- Gallico, G. Gregory III; Ehrlichman, Richard J.; Jupiter, Jesse; May, James W. Jr. Free Flaps to Preserve Below-Knee Amputation Stumps: Long-Term Evaluation Plastic & Reconstructive Surgery. 79(6):871-877,June 1987.

- 45- Shenaq Saleh M, Krouskop Thomas, Stal Samuel, Spira Melvin. Salvage of Amputation Stumps by Secondary Reconstruction Utilizing Microsurgical Free-Tissue Transfer Plastic & Reconstructive Surgery. 79(6):861-870, June 1987.
- 46- Gauthier-Gagnon C, Grise MC, Potvin D. Predisposing Factors Related to Prosthetic Use by People with a Transtibial and Transfemoral Amputation. JPO. 1998 Vol. 10, Num. 4>pp.99-109.
- 47- De Luccia N. Amputações maiores de membros inferiores. Aspectos de técnica operatória. In: Brito CJ, Duque A, Merlo I, Murilo R, Fonseca Filho VL. eds. Cirurgia Vascular. Rio de Janeiro, Editora Revinter 2001.p.1294-302.
- 48- Tooms RE. Amputations of Lower Extremity. In: Canale ST. ed. Campbell's Operative Orthopaedics. 9 ed. St. Louis, Mosby, 1998.p.532-41.



7- ANEXO

DECLARAÇÃO

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congresso sujeitos a arbitragem, que constam da minha Tese de Doutorado, intitulada **ADEQUAÇÃO FUNCIONAL EM AMPUTADOS TRANSTIBIAIS SUBMETIDOS À TÉCNICAS NÃO CONVENCIONAIS**, não infringem os dispositivos da Lei nº 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

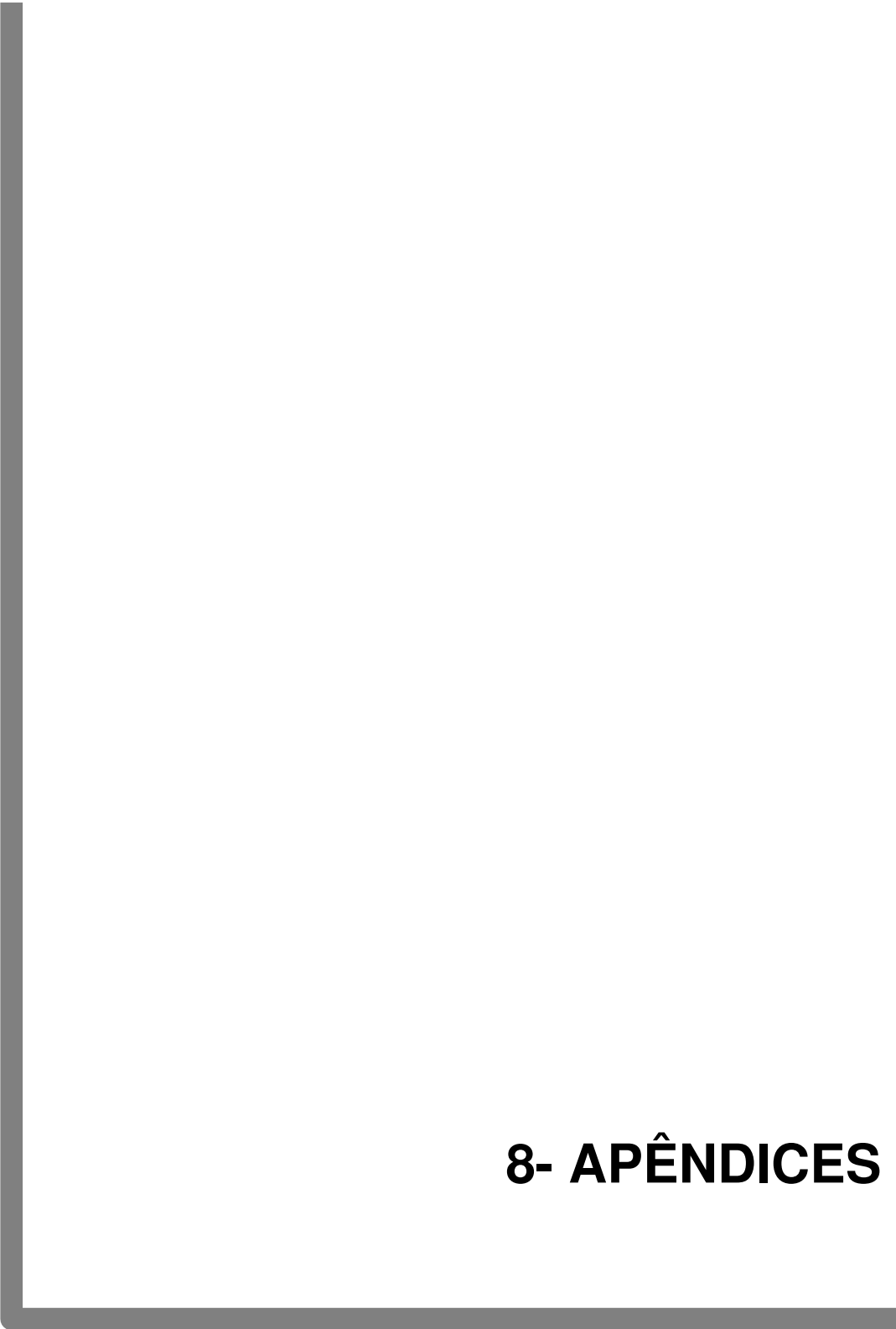
Campinas, 22 de agosto de 2012.

Autor: José André Carvalho

RG nº 18.457.006

Orientador: Bruno Livani

RG nº 15.213.603



8- APÊNDICES

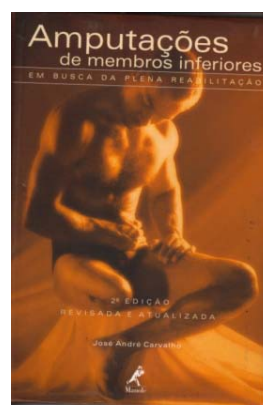
AUTORIA E PUBLICAÇÃO DE LIVROS

- Contrato de edição e cessão de direitos autorais para publicar e explorar a edição do livro: **AMPUTAÇÕES DE MEMBROS INFERIORES: EM BUSCA DA PLENA REABILITAÇÃO - 3ª EDIÇÃO - ISBN 978-85-204**
 - Autor: José André Carvalho
 - Editora Manole Ltda - CNPJ. 62.351.341/0001-69

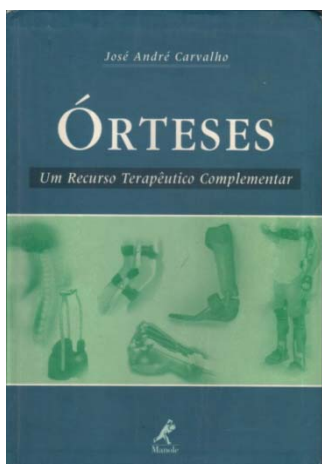
1ª edição / 1999 - 165 páginas



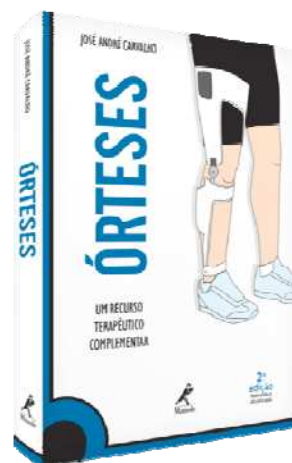
2ª edição / 2003 - 365 páginas



1ª edição / 2006 - 170 páginas



2ª edição / 2012 - 364 páginas



APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS CIENTÍFICOS

XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE TRAUMA ORTOPÉDICO

Data: 12 - 14 de maio de 2011

Local: Salvador/BA - Brasil

Apresentação de pôsteres orais:

Temas:

- Funcionalidade de cotos transtibiais extremamente curtos

Livani B, Belangero WD, Carvalho JA, Julian GM

- Protetização com sistema de suspensão a vácuo em cotos com cicatrização por segunda intenção

Livani B, Belangero WD, Carvalho JA, Juliani GM

Funcionalidade de cotos transtibiais extremamente curtos

Autores: Bruno Livani¹; William Dias Belangero²; José André Carvalho³; Giovana Maria Juliani⁴



Universidade Estadual de Campinas

Livani, B.; Belangero, W.D. HC Unicamp
Carvalho, J.A.; Juliani, G.M. IPO - Instituto de Prótese e Órtese



Instituto de Prótese e Órtese

www.ipobrasil.com.br

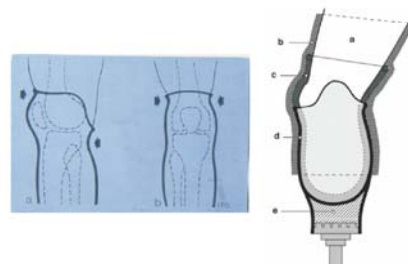
As amputações traumáticas dos membros inferiores devem ser tratadas com muita atenção, principalmente pela possibilidade em se preservar a articulação de joelho proporcionando uma marcha mais fisiológica e com menor gasto energético. Nos casos de traumas importantes, a amputação transtibial realizada imediatamente abaixo da tuberosidade tibial com manutenção da inserção do tendão patelar, resulta em cotos extremamente curtos, porém funcionais, permitindo uma boa protetização e reabilitação. **Objetivo:** Demonstrar que cotos transtibiais extremamente curtos podem ser protetizados permitindo marcha funcional com baixo gasto energético. Foram realizadas no período entre janeiro/2009 a janeiro/2011, 09 protetizações em cotos transtibiais extremamente curtos com ressecção da cabeça da fíbula, regularização óssea na região da junção tíbio-fibular e reinserção dos ligamentos colateral e das estruturas anexas na tibia. Após completa cicatrização do coto de amputação os pacientes foram submetidos à protetização e reabilitação com sistemas PTS (suspensão supracondiliana e suprapatelar) e VASS (sistema de suspensão assistida por vácuo). Os pacientes apresentaram tolerância à descarga de peso no soquete protético, inclusive com descarga parcial distal e ótima fixação da prótese ao coto. A amplitude articular permitiu a realização de marcha natural em terrenos planos, inclinados e escadas. Os pacientes ficaram satisfeitos por não sofrerem uma amputação acima do joelho e surpresos com os resultados obtidos após uma semana de treinamento com as próteses. **Conclusão:** A amputação transtibial extremamente curta, apesar de apresentar um pequeno braço de alavanca, deve ser considerada como uma ótima opção quando comparada com as desarticulações de joelho e amputações transfemorais.



Sistemas de suspensão com soquete PTS e à vácuo

Referências Bibliográficas

- Baker WH, Barnes RW, Shurr DG. The healing of below-knee amputations: A comparison of soft and plaster dressings. *Am J Surg* 1977; 133:716-718.
- Dionne, Carol P. PT, PhD, OCS, Cert MDT; Ertl, William J. J. MD; Day, Jonathan D. CPO. Rehabilitation for Those With Transtibial Osteomyoplastic Amputation. *JPO Journal of Prosthetics & Orthotics*; January 2009 - Volume 21 - Issue 1 - pp 64-70
- Dionne CP, Ertl W, Day J. Description of physical therapy management of patients following an Ertl osteomyoplastic transtibial amputation procedure. *Phys Ther* (abstract publication) 2008:17264.
- Douglas G. Smith, MD, ACA Medical Director. Transtibial Amputations: Successes and Challenges. In *Motion Magazine*. Volume 13 - Issue 4 - July/August 2003
- Ertl JP, Ertl WJ. Amputation surgery: osteomyoplastic reconstructive technique. In: Carroll and Edelstein, eds. *Prosthetics and Patient Management: A Comprehensive Clinical Approach*. Thorofare, NJ: Slack Incorporated; 2006.
- John W. Michael, MEd, LCPO, CPO Services, Inc. (Portage, IN) 2005. Transtibial Suspension Alternatives
- Suspension – the method by which the artificial limb is attached to the body – is one of the most critical aspects of prosthetic design.
- Schmalz T, Blumentritt S, Jarasch R. Energy expenditure and biomechanical characteristics of lower limb amputee gait: the influence of prosthetic alignment and different prosthetic components. *Gait Posture*



Protetização com sistema de suspensão à vácuo em cotos com cicatrização por segunda intenção

Autores: Bruno Livani¹; William Dias Belangero²; José André Carvalho³; Giovana Maria Juliani⁴



Universidade Estadual de Campinas

Livani, B.; Belangero, W.D. HC Unicamp
Carvalho, J.A.; Juliani, G.M. IPO - Instituto de Prótese e Órtese



Instituto de Prótese e Órtese
www.ipobrasil.com.br

Nas técnicas de protetização com sistema de suspensão à vácuo, a remoção de moléculas de ar de dentro do encaixe resulta em um efeito de bombeamento global das pressões cíclicas positivas e negativas durante a marcha aumentando a circulação e o intercâmbio de líquidos, o que contribui para a melhora da saúde do coto e da cicatrização de ferimentos. **Objetivo:** Demonstrar que cotos transtibiais não cicatrizados podem ser submetidos a **protetizações precoces com sistema de suspensão à vácuo**, reduzindo tempo de morbidade dos pacientes amputados. Foram realizadas protetizações com sistemas VASS (*Vacuum Assisted Socket System*), compostas por bomba e válvula de expulsão em pacientes amputados por trauma e por neuropatia diabética. Durante a utilização das próteses, os pacientes foram orientados para limpar a ferida e o liner a cada 03 horas de uso. Os pacientes apresentaram ótima tolerância à utilização da prótese mesmo com os cotos ainda não cicatrizados. Uma rápida cicatrização pode ser observada, permitindo durante este período uma maior independência nas atividades diárias. **Conclusão:** Em amputações transtibiais com cotos não cicatrizados é possível iniciar-se a protetização precoce com sistemas à vácuo, permitindo uma aceleração no processo de cicatrização, pois é sabido que o processo de reparo, nestes casos, é demorado. Com a protetização precoce além de uma maior independência, observou-se redução nas complicações do período pré-protetização prolongado, tais como, diminuição da auto-estima, perda força muscular, redução na propriocepção, deformidades articulares e vícios posturais.

Referências Bibliográficas:

- Beil TL, Street GM, Covey SJ. Interface pressures during ambulation using suction and vacuum-assisted prosthetic sockets. *J Rehabil Res Dev*. 2002 Nov-Dec;39(6):693-700.
Beil TL, Street GM, Covey SJ. Comparison of interface pressures with pin and suction suspension systems. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 41(6A). 821-828
Goswami J, Lynn R, Street G, Harlander M. Walking in a vacuum-assisted socket shifts the stump fluid balance. *Prosthet Orthot Int*. 2003 Aug;27(2):107-13.
Roberts RA. Suction socket suspension for below-knee amputees. *Arch Phys Med Rehabil*. 1986 Mar;67(3):196-9
Street, G.M. Effect of simulated socket pressures on skin blood flow. *American Academy of Orthotists and Prosthetists Annual Meeting*, Chicago, IL, USA, Oct. 2002 Oct
Street, G.M. (Maio 2006) Benefits of vacuum suspension. *World Congress Orthopaedic + Reha-Technik*, Leipzig.

Evolução na cicatrização de coto transtibial durante utilização da prótese



Sistema de suspensão à vácuo com bomba Harmony

