

Quadro I - Demanda energética

Autor/ano	Medidas estatísticas	Métodos	Resultados
Pastre CM. (2005) [1]	75% dos artigos utilizados indica que o uso de próteses mais leves reduzem o gasto energético.	Apresenta-se por um estudo de atualização, com consulta em duas bases de dados sendo estas LILACS e PubMed, com 25 artigos a respeito de amputação transtibial e fisioterapia, com uso das seguintes palavras-chaves: "amputação transtibial", "reabilitação", "fisioterapia", "prótese" e "membros inferiores".	Amputados transtibiais apresentam necessidade de treinamento para alcançarem equilíbrio muscular, a fim de diminuir o padrão inadequado de gasto energético.
Bona RL. (2008) [12]	O pico de VO ₂ em pacientes transtibiais chegou a ≈20,00 ml/kg/min, enquanto os transfemorais alcançaram ≈17 ml/kg/min. Em que os transtibiais de causa traumática apresentaram pico de ≈23 ml/kg/min).	A amostra do estudo foram 18 amputados, em que foram realizadas avaliações de teste de esforço em esteira para obtenção de VO ₂ máximo, e obtenção de gasto energético através das dobras cutâneas.	Os pacientes amputados aparentam maior gasto energético, devido ao maior volume de O ₂ máximo, aumentando assim o consumo e captação de oxigênio,
Bona RL. (2011) [14]	Os autores não explicitaram ou apresentaram valores de significância estatística.	Artigo de revisão bibliográfica em que foram revisados artigos de temas relacionados ao uso de prótese, consumo de oxigênio, aspectos biomecânicos de caminhada em amputados de membros inferiores, com uso das seguintes palavras-chaves: "amputados", "consumo energético", "locomoção, biomecânica".	Os pacientes que apresentam prótese hidráulica possuem maior gasto energético do que os que utilizam prótese com microprocessador.
Serpa C. (2004) [41]	O consumo de O ₂ em amputados com uso de prótese apresentou-se 20% a mais do que em não amputados, sem uso de prótese é variável entre 10 a 30% (em mesma velocidade), a média de pressão expiratória máxima foi de 93 ± 16 cmH ₂ O.	A amostra do estudo foram de 5 indivíduos, com diferentes faixas etárias, sendo 4 homens e 1 mulher, realizando manovacumetria no estado de repouso.	Os pacientes com amputação transtibial unilateral apresentaram maior gasto energético em comparação a indivíduos não amputados, com gasto variável entre 10 a 30 % com mesma velocidade de marcha.
Soares A, Cerqueira S.O. (2010) [4]	Os autores não explicitaram ou apresentaram valores de significância estatística.	Trata-se de artigo de revisão com uso de 42 artigos científicos, sendo-os publicados até o ano de 2005, com busca nas bases de dados Cochrane Library, Lilacs, Scielo e Dedalus, com as palavras-chave: "amputação", "biomecânica", "marcha", "reabilitação", "membros artificiais".	Indivíduos amputados apresentam diversas modificações biomecânicas, principalmente: velocidade, marcha e força. Devido a essas alterações, o aumento do esforço físico e adaptação a nova forma, faz-se necessário uma modificação no gasto energético, causado pelo aumento da utilização de O ₂ pelo indivíduo amputado.
Chamlan T.R. (2008) [48]	Os autores não explicitaram ou apresentaram valores de significância estatística.	Apresenta-se por artigo de revisão com uso de 52 artigos científicos, publicados entre os anos 1985 a 2005, nos idiomas inglês, espanhol, francês, e português, nas bases de dados Cochrane, Lilacs, Medline, Pubmed, com as palavras-chave: "avaliação", "amputação", "extremidade inferior", "próteses e	Há uma grande frequência em uso de próteses, causando aumento do consumo de oxigênio, sendo que esse consumo está diretamente ligado ao gasto energético.

		implantes”, ” reabilitação”.	
Gaspar AP. (2011) [42]	O paciente foi avaliado segundo teste de Shuttle, espirômetro portátil da Cosmed (K4b ²) com protocolo de marcha, pelo sistema de telemetria e, escala de Borg (relação cansaço x dispnéia),	Estudo de caso clínico, paciente amputado transtibial, sexo masculino. Visando as alterações metabólicas, estruturais e mecânicas.	O amputado apresentou maior gasto energético durante a marcha com o uso da prótese, consumindo mais oxigênio que indivíduos não amputados em velocidade semelhante.
Veshiri MG. (2013) [20]	Os amputados transtibiais foram avaliados segundo espirômetro Cosmed (k4b ²), em protocolo de marcha em esteira (WEIR) com velocidade de 4,1 km/h, e teste t de Student e de Mann Whitney, correlacionando as variáveis de ambos pela Correlação de Spearman.	A amostra era composta por 22 homens, em que 11 eram amputados transtibiais unilaterais, sendo comparados a 11 não amputados.	Amputados transtibiais traumáticos apresentaram alterações cardiovasculares e metabólicas, principalmente quando em repouso, que interferiram no volume de oxigênio durante a marcha e postura ortostática, após análise em ergospirometro segundo protocolo de marcha, em que os amputados apresentaram 16% gasto energético maior que os indivíduos não amputados em velocidade 4,5 km/h, ao fazer uso da prótese houve redução de 0,5 %.
Novak V. (2010) [13]	Amputados transtibiais apresentam consumo de 20% a mais de oxigênio (em repouso), e 10 a 30% (em marcha) do que em não amputados.	A amostra era composta por dois grupos de voluntários, de amputados sendo 10 homens e 4 mulheres, sendo que o grupo de não amputados era composto por 3 homens e 1 mulheres, utilizando protocolo de marcha para verificar alterações no gasto energético.	Os amputados analisados apresentaram gasto energético maior de aproximadamente 10 a 30% quando comparados a pessoas não amputadas.
Debastiani J. (2005) [49]	Os amputados transfemorais e transtibiais durante a marcha possuem gasto energético 65% maior que indivíduos não amputados. Mais de 40% dos amputados com marcha fletida possuem menos gasto energético do que quando em marcha militar (realizando extensão).	A amostra foi composta por 6 indivíduos, entre 30 e 56 anos, analisando a postura, funcionalidade da prótese (redução do gasto energético, frequência cardíaca e respiratória) em realização de tarefas de vida diária.	Amputações transtibiais apresentam mais vantagem com relação às amputações mais altas, devido à manutenção da articulação do joelho, menor gasto energético durante a marcha, facilidade de colocação e remoção da prótese, possibilitando uma marcha mais fisiológica, com sistema de suspensão protética.

Quadro II - Eletromiografia.

Autor (Ano)	Objetivos	Materiais	Métodos	Resultados
Centomo H <i>et al.</i> (2008) [37]	Fornecer informações sobre a forma como as crianças amputadas regulam a coordenação muscular agonista e antagonista; quantificar o nível de co-contracção do joelho em crianças sem deficiência e de	Eletrodos de superfície; F= 900 Hz.	14 crianças divididas em grupo controle e grupo com amputação transtibial. A avaliação foi feita durante a o caminhar no lugar. Foram 8 eletrodos posicionados bilateralmente, nos músculos reto femoral, vasto medial, isquiotibiais medial e	Crianças com amputação transtibial executaram tarefas com cinemática semelhantes a crianças não amputadas, porém, elas usaram diferentes agonistas do joelho e a coordenação muscular antagonista para atingir os mesmos resultados que crianças não amputadas.

	crianças amputadas, durante o caminhar no lugar.		gastrocnêmio no grupo controle e nas crianças amputadas o eletrodo do gastrocnêmio não foi utilizado.	
Centomo H <i>et al.</i> (2007) [36]	Determinar se há alguma diferença, durante a marcha, na produção de co-contracção sobre o joelho entre as crianças com amputação transtibial e as crianças sem deficiência.	Eletrodos de superfície; F= 900 Hz.	6 crianças com amputação transtibial. O sinal eletromiográfico foi captado durante a marcha. Os eletrodos foram posicionados bilateralmente sobre o reto femoral, vasto medial, isquiotibiais medial e gastrocnêmio.	Crianças com uma amputação transtibial possuem padrões musculares modificados em seu membro amputado e produzem co-contracção menor durante o suporte unipodálico, tanto para os membros não-amputados, quanto quando comparadas a crianças sem deficiência.
Fey NP, Silverman AK, Neptune RR (2010) [38]	Examinar EMG bilateral através de várias velocidades de caminhada em estado estacionário, para identificar mudanças na atividade muscular em crianças com amputação transtibial.	Eletrodos de superfície; F = 1200 Hz.	Foi avaliada a marcha de 14 amputados transtibiais. Os eletrodos foram posicionados nos músculos tibial anterior, gastrocnêmio, sóleo, vastolateral, retofemoral, bíceps femoral, glúteo médio e glúteo máximo.	A maioria dos padrões eletromiográficos nos amputados foram semelhantes entre as pernas e houve aumento da atividade muscular, com exceção do glúteo médio, conforme aumentou-se a velocidade da marcha. As diferenças ocorreram no bíceps femoral da perna residual, vasto lateral e reto femoral, que tiveram sua atividade aumentada durante a frenagem em comparação com a perna intacta.
Huang H., Kuiken TA, Lipschutz RD (2009) [28]	Investigar o uso da eletromiografia de superfície (EMG), combinada com reconhecimento de padrões (PR) para identificar os modos de locomoção do usuário.	Eletrodos de superfície; F= 500 Hz.	10 indivíduos, sendo 2 amputados, foram avaliados durante a marcha. Os músculos monitorados foram: glúteo máximo, glúteo médio, sóleo, reto femoral, vasto medial e lateral, gastrocnêmio e bíceps femoral.	Este estudo demonstra que o sistema de EMG PR dependente de fase foi capaz de reconhecer com precisão sete modos de tarefas quando a informação de controle neural suficiente estava presente nos sinais de EMG de entrada.
Huang S, Ferris DP (2012) [30]	Determinar se os sinais eletromiográficos podem ser captados a partir de músculos dos membros inferiores residuais, entre o soquete e o membro protetizado, durante a caminhada.	Eletrodos de superfície; F = 1000 Hz.	A amostra foi composta por 12 amputados transtibiais. Os sinais dos músculos tibial anterior, gastrocnêmio, vasto lateral, reto femoral, bíceps femoral e glúteo médio foram avaliados durante a marcha.	Os indivíduos amputados demonstraram sinais de recrutamento confiáveis dos músculos residuais mais baixos quando registrados entre o soquete e o membro protetizado, durante a caminhada; sendo que alguns sinais foram bloqueados em determinadas fases do ciclo da marcha. A variabilidade no perfil de ativação muscular foi maior em indivíduos amputados do que nos indivíduos do grupo

				controle.
Isakov E <i>et al.</i> (2001) [34]	Investigar a atividade dos músculos vasto medial e bíceps femoral durante a deambulação de amputados transtibiais.	Eletrodos de superfície; Valor absoluto do sinal EMG.	11 amputados transtibiais protetizados foram avaliados durante a marcha. Os eletrodos foram posicionados nos músculos reto femoral e vasto medial.	O pico da atividade muscular do vasto medial foi alcançado de forma semelhante em ambas as pernas. Já o pico do bíceps femoral foi alcançado primeiro na perna sã e significativamente mais tarde na perna amputada. Assim, a utilização de prótese em amputados transtibiais requer mais atividade do bíceps femoral durante o período de postura para melhorar o suporte da articulação do joelho da perna amputada.
Isakov E, Keren, O. Benjuya N (2000) [32]	Identificar diferenças entre a perna intacta e a amputada em relação à cinemática e atividade dos músculos que controlam os joelhos.	Eletrodos de superfície; F = 15 a 500 Hz.	14 indivíduos com amputação transtibial já protetizados foram analisados durante a marcha. Os eletrodos foram posicionados no quadríceps e bíceps femoral.	A relação entre o bíceps femoral e o vasto medial durante o primeiro período da fase de postura na perna amputada foi significativamente maior quando comparado a perna sã. Esta diferença está relacionada à atividade quase quatro vezes maior do bíceps femoral em relação ao vasto medial no pé amputado.
Powers CM, Rao S, Perry J (1998) [35]	Avaliar a mecânica do joelho em um grupo de amputados trans tibiais e identificar os fatores que contribuem para a função anormal do joelho nesta população.	Eletrodos de fio bipolar; F = 2500 Hz.	Foram avaliados 20 homens divididos em grupo controle e amputados transtibiais. Após a colocação de uma prótese, foi realizada análise de movimento e da atividade elétrica muscular em contração isométrica através do EMG. Os músculos avaliados foram: vasto lateral, semimembranoso e bíceps femoral.	Os resultados constataram que o grupo de amputados transtibiais tiveram significativamente maior atividade EMG de extensores do joelho e flexores do joelho em relação ao normal.
Seyedali M <i>et al.</i> (2012) [29]	Comparar a ativação e os padrões de co-contracção da musculatura do tornozelo e joelho de amputados transtibiais e não amputados durante três velocidades da marcha.	Eletrodos de superfície; F = 1200 Hz.	9 amputados transtibiais e 5 controles. Os amputados foram avaliados com uma prótese durante a marcha. Os eletrodos foram posicionados nos músculos tibial anterior, gastrocnêmio medial, vasto lateral e bíceps femoral dos membros residuais, intactos e controle.	A co-contracção dos músculos do tornozelo foi maior no membro residual do que nos membros intactos e de controle, já a co-contracção dos músculos do joelho foi maior no membro residual apenas em relação ao controle. As diferenças foram percebidas durante todas as fases da marcha.
Thorn BS, Current T, Kuhse	Avaliar a viabilidade da utilização de	Eletrodos de superfície;	3 amputados transtibiais passaram por	Amputados transtibiais mantêm alguma

B (2012) [31]	controle mioelétrica de futuras articulações do tornozelo protéticos ativos ou movidos para amputados trans-tibiais.	F = 1000 Hz.	protetização e análise da marcha e os sinais mioelétricos foram captados por um EMG a fim de captar o controle dos músculos da perna amputada.	atividade muscular dos plantares do tornozelo e dos dorsiflexores de seu membro residual e esses músculos são ativados durante toda a marcha.
Viton JM <i>et al.</i> (2000) [39]	Identificar as alterações nas estratégias de equilíbrio e controle de movimento em amputados transtibiais, relacionado tanto às alterações biomecânicas quanto à perda de influxo aferente.	Eletrodos de superfície; F= 500 Hz.	5 homens com amputação transtibial foram avaliados por meio de eletromiografia dos músculos glúteo médio, tensor da fascia lata, vasto lateral, tibial anterior e gastrocnêmio. Os sinais do EMG foram captados durante o experimento numa plataforma de força onde os indivíduos foram instruídos a elevar uma perna rapidamente e retornar à posição final. Os sinais foram amplificados, filtrados, digitalizados e retificados.	Durante a transferência de peso corporal, observou-se que nos amputados transtibiais o músculo gastrocnêmio foi coativado com o tibial anterior e houve explosão da ativação do músculo tensor da fáscia lata (presente em 68% dos testes realizados), bloqueada pela explosão do músculo gastrocnêmio. Os amputados transtibiais não conseguiram realizar a tarefa com êxito em todos os testes, sendo o membro de apoio o protetizado ou não.
Winter D, Sienko SE (1988) [33]	Demonstrar as alterações dos padrões motores e o grau de assimetria motora de amputados transtibiais.	Eletrodos de superfície; Valor absoluto do sinal EMG.	5 amputados foram avaliados através da EMG durante sua marcha convencional. Os eletrodos foram posicionados nos músculos glúteo máximo, bíceps femoral, semitendinoso, reto femoral e vasto lateral.	Os isquiotibiais apresentaram-se hiperativos, gerando uma flexão de joelho acima do normal.

Quadro III - Força muscular

Autor (Ano)	Nº de pacientes	Tipo de Avaliação	Exercícios	Resultados
Klingenstierna U <i>et al.</i> (1990) [23]	Amostra de 8 pacientes amputados transtibiais de causa vascular, em que foram realizados treinamentos isocinéticos.	Uso do dinamômetro Biodex systemh afim de avaliação de pico de torque.	Exercícios de contrações concêntricas, excêntricas e isométricas do agrupamento quadríceps e isquiotibiais.	Após treinamento em três velocidades (60, 180 e 240 °/s), foi realizado biopsia de vasto lateral que apontou um aumento na área de secção transversa e aumento das fibras tipo II no membro amputado, sendo que após o treinamento os voluntários conseguiam andar o dobro da distancia inicial, apresentando aumento no pico de torque.
Isakov E <i>et al.</i> (1996) [22]	Amostra era composta por 18	Tomografia computadorizada em	Exercícios de flexão e extensão de	Os amputados apresentaram

	amputados transtibiais, com grupos de amputados de amputação recentes e outro de mais de 7 anos, fazendo estudos isocinéticos.	biópsia de vasto lateral, e dinamômetro para verificação de pico de torque.	quadríceps e isquiotibiais (180º/segundo), treinamento de corrida 8 vezes na semana nas velocidades angular de 60º/seg, 180º/seg, 240º/seg.	diminuição nos picos de torque e media máxima, sendo que em comparação ao tempo de amputação, os que foram amputados a pouco período, tiveram maior perda de força que os de amputação a mais de sete anos, ou seja, a perda de força dar-se nos primeiros anos de amputação.
Pedrinelli A (1999) [43]	O estudo teve como amostra 53 pacientes, 25 destes eram transtibiais unilaterais e 27 voluntários não amputados.	Uso do dinamômetro Cybex modelo 6000, para análise de pico de torque.	Exercícios de flexão e extensão do grupamento muscular do joelho, nas velocidades 60º/s e 180º/s, em 20 repetições.	O lado amputado apresenta perda de força correlacionado a idade e sem correlações com o tamanho do coto.
Moirenfeld I <i>et al.</i> (2000) [21]	Apresentou amostra de 11 amputados transtibiais que utilizavam prótese diária e não usavam auxílio.	Uso do dinamômetro (Biodex Multi-Joint system 2, Biodex Medical Systems, Inc, Shirley, NY) para realização de avaliação de pico de torque.	Exercícios de flexão e extensão (concêntricos, der existência em angulação de 90º) dos músculos do joelho bilateralmente.	Após treinamento com repetições máximas de cada grupamento muscular e descansos mínimos, determinou-se que o pico de torque e índice de fadiga é maior no membro sadio que no membro amputado.
Pedrinelli A <i>et al.</i> (2002) [44]	O estudo contou com uma amostra de 52 voluntários, sendo 25 amputados transtibiais e 27 não amputados.	Uso do dinamômetro Cybex modelo 6000, para análise de pico de torque.	Exercícios de flexão e extensão do grupamento muscular do joelho, nas velocidades 60º/s e 180º/s, em 20 repetições.	Após análise do pico de flexão, trabalho total e potencia máxima, em que foram evidenciados que o lado amputado apresenta perda de força comparado ao não amputado, não relacionado ao tamanho do coto, mas sim a idade.
Yazicioglu K <i>et al.</i> (2007) [26]	Apresenta amostra de 24 amputados transtibiais, dividindo-se em dois grupos, sendo 12 atletas jogadores de futebol e 12 não-atletas, com amputação maior que 1 ano.	Sistema de equilíbrio KAT (Kinesthetic Ability Trainer; Breg, Vista, CA), e com o dinamômetro Cybex.	Exercícios de flexão (60º /segundo, 120º/segundo, 180º/segundo), extensão (60º/segundo, 120º/segundo, 180º/segundo).	Após a análise isocinética das musculaturas extensoras e flexoras do joelho, não houve diferenças de relevância entre os grupos.
Yazicioglu IT <i>et al.</i> (2009) [45]	O estudo apresentava como amostra 15 amputados transtibiais de origem traumática.	Avaliação de densidade mineral óssea utilizando raios-X absorciometria (DEXA / LUNAR	Exercícios de flexão e extensão de joelho, quadril e rotação interna do joelho, nas velocidades	Foram realizados avaliações isocinéticas, em que o pico de torque apresentou-se reduzido nos grupos

		DPX1) e dinamômetro.	angulares de 30°/seg e 120°/seg.	musculares do membro afetado, e a densidade mineral óssea também apresentou-se reduzida.
Nolan L (2009) [25]	O estudo contou com amostra de 14 voluntários, sendo 7 amputados transtibiais (3 ativos e 4 sedentários), e 7 não amputados ativos	Uso de dinamômetro isocinético	Exercícios de Flexão e Extensão (concêntricas e excêntricas nos ângulos de 60°/seg e 120°/seg), corrida leve e movimentação do quadril.	Após o estudo foi observado que amputados ativos apresento pico de torque semelhante aos não amputados ativos, enquanto os amputados sedentários apresentam assimetria, porem não foi afirmado se a causa da assimetria esta relacionado ao esporte ou presença de atrofia.
Visser JMA <i>et al.</i> (2011) [46]	O estudo apresentou amostra de 21 voluntários, sendo 8 amputados transtibiais, sendo destes 8 transtibiais – 4 trasnfemorais e trantibiais - , 2 amputados transfemorais, e 11 não amputados.	Escala de Borg, monitor de frequência cardíaca (Polar TM), análise de pico de torque através do dinamômetro isocinético (KinCom).	Exercícios de Flexão, Extensão e Abdução (todos nos modos concêntricas e excêntricas), em seis módulos de velocidade (1,0, 1,2, 1,5, 1,8, 2,0 , 2,2 m/s), e caminhada.	Observou-se que a variável pico de torque manteve-se correlacionada positivamente com a ação de andar, e apenas em extensão concêntrica o pico de torque diminui.
Aytar A <i>et al.</i> (2012) [47]	A amostra apresentou 11 amputados ativos, do sexo masculino, sendo 6 destes amputados transtibiais, fazendo uso de próteses	Testes recall, de equilíbrio, de Gillet, e o de prancha modificada, o Kinesthetic Ability Trainer (SportKAT 3000®) (LLC, Vista, Calif) para equilíbrio.	Exercícios de Flexão (60°/seg, 120°/seg, 180°/seg), extensão (60°/seg, 120°/seg e 180°/seg), exercícios de equilíbrio estático e sob perturbação.	Apresentou correlação positiva com a velocidade e pico de torque ao realizar flexão de 60 graus.