

ADEMIR DE MARCO

ESTUDO ELETROMIOGRÁFICO DO MUSCULUS TIBIALIS ANTERIOR
(PARS PROXIMALIS ET PARS DISTALIS), DURANTE A PEDALA
ÇÃO EM BICICLETA ERGOMÉTRICA, COM O PÉ NA POSIÇÃO
NORMAL, EM INVERSÃO E EM EVERSÃO.

Orientador: Dr. FAUSTO BÉRZIN

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba, da Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do Grau de Mestre
em Biologia e Patologia Buco-Dental.

TESE DEVIDAMENTE CORRIGIDA SEGUNDO
SUGESTÕES DA BANCA EXAMINADORA, EM
CONFORMIDADE COM A RESOLUÇÃO CC PG/036/83

Para 18/02/85

Piracicaba

1985



UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

À FÁTIMA, minha mulher,

por todas as qualidades que possui, as
quais lhe permitem compreender e aceit
tar os momentos em que estivemos dis
tantes, em decorrência do nosso trabal
ho.

Às minhas filhas, Melissa e Graziella,

pelo grande estímulo que nos dão, ainda
que crianças.

Aos meus pais,

Angelo e Anna,

pelo alicerce de amor e carinho que
fundamentou nossa formação de homem.

Aos manos, Marcos, Augusto e Cássio,

pelo companheirismo, apoio e incentivo que nos dedicaram.

Nossos agradecimentos

ao Prof. Dr. Fausto Bêrzin, pela sua
orientação firme, segura e encoraja
dora, e também pela amizade nascida
durante o desenrolar deste trabalho.

Nosso sincero reconhecimento

à Prof.^a Dr.^a Vilma Clóris de Carvalho,
responsável direta pelo início da nos
sa vida profissional e científica na
Universidade Estadual de Campinas, a
quem seremos sempre gratos.

AGRADECEMOS

Ao amigo Carlos Eduardo Gatti Petroni, pela conv
vência que desfrutamos durante nosso curso de graduação e a
monitoria de Anatomia, e pela amizade sincera.

Ao Prof. Dr. Armando Mancio de Camargo, Chefe do
Departamento de Anatomia do Instituto de Biologia da Universii
dade Estadual de Campinas, pelo apoio recebido.

Ao Dr. João Leonel José, amigo e grande incentiva
dor de nossa vida profissional.

Aos colegas do Departamento de Anatomia da UNICAMP,
pela amizade e espírito de colaboração demonstrado.

Ao amigo Nadir Tassi, Técnico da Disciplina de Anaa
tomia da Universidade Metodista de Piracicaba, pelo incentivo.

Ao Sr. Alfredo Furlan, Chefe da Secção de Desenho
do Departamento de Anatomia da UNICAMP, pela confecção dos dee
senhos.

A Sr.^a Silvia Helena Burghi Kalaf, Oficial de Ada
ministração Geral III da UNICAMP, pelos serviços datilográfii
cos.

A Sr.^a Anna Gagliardi, Bibliotecária Chefe da Bii
blioteca do Instituto de Biologia da UNICAMP, pela revisão
das referências bibliográficas.

À Sr.^{ta} Maria Teresa de Paula, Preparadora Acadêmi
ca do Centro de Microscopia Eletrônica do Instituto de Biologi
a da UNICAMP, pelos serviços fotográficos.

À Sr.^a Sueli Duarte de Oliveira Soliani, Secretá
ria do Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Buco-
-Dental da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP,
pela atenção, interesse e dedicação sempre demonstrados em
seu trabalho.

Ao Sr. Esteves do Amaral, Técnico da Disciplina de
Anatomia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, a quem de
vemos as primeiras orientações de disseccão.

Ao Prof. Adelio Mendes Filho, Secretário Geral da
Universidade Metodista de Piracicaba, pela revisão de Língua
Portuguesa.

Ao Sr. José Alvim, Técnico em Eletrônica, pela con-
fecção do Sistema Eletrônico.

A todos os alunos da Universidade Metodista de Pi-
racicaba, que espontaneamente colaboraram com esse trabalho.

A todos os funcionários do Departamento de Anatomi
a do Instituto de Biologia da UNICAMP, pela atenção e soli-
citude, em particular à Sr.^{ta} Victalina Molisani.

A todos os colegas do Curso de Pós-Graduação, pelos bons momentos de convivência que nos permitiram, em especial ao Prof. Dirceu Costa pela cessão da bicicleta ergométrica.

A todos que, anonimamente, colaboraram para a realização deste trabalho. A omissão de nomes não significa esquecimento, pois a todos sempre seremos gratos.

I N D I C E

INTRODUÇÃO	2
MATERIAL E MÉTODOS	27
RESULTADOS	41
DISCUSSÃO	61
CONCLUSÕES	115
RESUMO	118
SUMMARY	121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O sistema muscular tem sido objeto de inúmeros estudos, sob os mais diferentes enfoques, tais como: arquitetura, FENEIS (1935), KOLB (1937), PAGE (1968); inervação AWAD & KOETTKE (1964); número de unidades motoras, FEINSTEIN e col., (1955); síndromes neuromusculares, FORT (1902), LOCKHART, HAMILTON & FYFE (1983), RASCH & BURKE (1967), CHIARUGI & BUCCIANTE (1972) e BASMAJIAN (1977); ações mecânicas individualizadas e em grupo, COOPER and ECCLES (1930), RALSTON (1949).

Inicialmente, essas ações foram determinadas com base nos pontos de origem e inserção muscular, bem como nas direções das fibras, BEEVOR (1903), ROUD (1913), EBERT (1939).

Esta classificação funcional dos músculos, porém, baseada em critérios puramente mecânicos ou deduções morfológicas, foi alterada após investigações realizadas com métodos mais precisos.

DUCHENNE (1949) investigou as ações musculares, através de estimulações elétricas nos próprios músculos ou nos nervos. Essa técnica foi muito utilizada, até ser superada pelo advento da eletromiografia cinesiológica na década de 40, sendo que o trabalho de INMAN, SAUNDERS e ABBOT (1944) foi considerado o marco inicial dessa técnica.

Embora limitada em alguns aspectos, segundo GARDNER, GRAY & O'RAHILLY (1978), a eletromiografia, durante as últimas décadas, passou a ser amplamente utilizada pelos pesquisadores, nos estudos da cinesiologia, nos diferentes movimentos corporais, como pode ser lido em SOUSA (1958/59) e BAS

MAJIAN (1978). De um modo geral, quase toda a musculatura es triada do corpo humano já mereceu a atenção dos estudiosos, e já teve suas ações investigadas, no propósito de confirmá-las ou alterá-las, como podemos comprovar vendo BASMAJIAN (1978).

Um grupo muscular que tem sido muito pesquisado, é o da locomoção, com a realização de inúmeros trabalhos eletro miográficos, especialmente no que se refere à musculatura dos membros inferiores. Estes músculos foram estudados sob as mais variadas condições. Entre elas podemos citar: a postura ereta e estática, BASMAJIAN & BENTZON (1954); a postura ereta com balanço anterior e posterior, JOSEPH & NIGHTINGALE (1956); a marcha em pessoas com os pés normais e pés chatos, BATTYE & JOSEPH (1966), GRAY & BASMAJIAN (1968); a marcha em mulheres com salto alto, JOSEPH (1968); durante a subida e descida em escadas, JOSEPH, NIGHTINGALE & WILLIAMS (1955); durante a pe dalação em bicicleta ergométrica, HOUTZ & FISHER (1959) e LEO NEL JOSÉ (1981).

Na face anterior da perna, localiza-se o agrupamento muscular extensor, do qual faz parte o músculo tibial ante rior. Este músculo situa-se à margem ântero-lateral da tíbia, originando-se nos dois terços superiores das faces lateral desse osso e anterior da membrana interóssea. Seu corpo é fu siforme e seu tendão forte cruza a frente do tornozelo, indo inserir-se na face medial e inferior do cuneiforme medial e ba se do primeiro metatárseo (Fig. 5, pág. 32).

Ao analisarmos a bibliografia referente ao músculo tibial anterior, verificamos que:

1º) somente HOUTZ & FISHER (1959) estudaram o refe

rido músculo durante a pedalação em bicicleta ergométrica, porém o fizeram considerando apenas a posição normal do pé no pedal.

2º) DANIELS & WORTHINGHAM (1975) sugerem que o grau de contração de alguns músculos da coxa, varia quando se altera a posição do pé.

3º) LEONEL JOSÉ (1981) demonstrou através de estudo eletromiográfico da ação conjunta dos músculos semimembranoso, semitendinoso e bíceps femoral, durante a pedalação em bicicleta ergométrica com o pé na posição normal, evertido e invertido, que o traçado eletromiográfico sofre alteração quando se modifica a posição do pé.

4º) FENEIS (1935) e KOLB (1937) atribuem um maior grau de contração para a porção proximal do músculo tibial anterior.

Face a essas considerações, resolvemos estudar o músculo tibial anterior durante a pedalação em bicicleta ergométrica, com o pé na posição normal, livre e com carga; na posição de inversão, livre e com carga; e na posição de eversão, livre e com carga.

Nosso estudo objetiva avaliar a participação do músculo tibial anterior durante a pedalação nas modalidades acima citadas, e poder contribuir no que se refere à cinesio logia desse músculo. Pensamos, também, que os resultados talvez possam ter alguma aplicabilidade no tratamento fisioterápico empregado na reabilitação do referido músculo, através da bicicleta ergométrica, pois sabemos que o mesmo é um dos músculos mais afetados nas paralisias dos membros inferiores,

resultando no quadro denominado "pé equino" ou "pé valgo", FORT (1902), LOCKHART, HAMILTON & FYFE (1983), RASH & BURKE (1967), CHIARUGI & BUCCIANTE (1972) e BASMAJIAN (1977). Nesse quadro a inatividade do músculo provoca a queda do pé e, consequentemente, o arrastamento dos artelhos durante a marcha, tornando-a extremamente difícil.

A seguir apresentaremos a revisão bibliográfica do músculo tibial anterior.

A) OBRAS GERAIS

BERTELLI (1932), ANSON (1963), SOBBOTA & BECHER (1957), FAZZARI (1971), DIDIO (1974), BASMAJIAN (1977), GARDNER, GRAY & O'RAHILLY (1978) consideram o músculo tibial anterior um dorsiflexor do pé ao nível da articulação túbio-társica, e um inversor, cujo movimento ocorre nas articulações subtalar e társica-transversa.

CHIARUGI (1936), CHIARUGI & BUCCIANTE (1972), o músculo tibial anterior, ao mesmo tempo que dorsiflexiona o pé, eleva sua margem medial e movimenta a extremidade anterior do pé para dentro. O movimento de dorsiflexão e torção interna do pé é denominado de supinação pelos citados autores.

CHRISTENSEN & TELFORD (1972), WARWICK & WILLIAMS (1973), JOSEPH (1982) e SNELL (1984) definem o músculo tibial anterior como um dorsiflexor e inversor, além de manter o arco longitudinal medial do pé.

GRANT (1953) e GARDNER & OSBURN (1971) admitem que o músculo tibial anterior é um dorsiflexor e inversor do pé,

ênfatizando, também, que esse músculo, não apresenta a mínima participação na sustentação dos arcos do pé.

CRUVEILHEIR (1871) e HEITZMANN (1890) classificam o músculo tibial anterior como um flexor dorsal do pé e elevador de sua margem interna.

SAPPEY (1869), GERARD (1921), TESTUT & LATARJET (1944), VALENTI (1951) e BAIRATI (1971) atribuem as ações de flexão dorsal, adução e rotação interna do pé ao músculo tibial anterior.

ORTS LLORCA (1959), GRAY (1962), SPALTEHOLZ (1975) e SPALTEHOLZ & SPANNER (1966) descrevem o músculo tibial anterior, como um dorsiflexor e supinador do pé, entendendo a supinação como a somação dos movimentos de inversão e adução.

WOODBURNE (1965) e VOSS (1974) atribuem ao músculo tibial anterior a flexão dorsal e a supinação do pé com elevação de sua borda medial. Consideram, ainda, que o referido músculo forma um suporte semelhante a um laço ou estribo, o qual serve de apoio para os arcos transversos e longitudinal do pé.

FORT (1902) e LOCKHART, HAMILTON & FYFE (1983) reconhecem o músculo tibial anterior como um dorsiflexor com elevação da borda medial do pé e também como ligeiro adutor. Consideram, ainda, que a contração desse músculo tende a diminuir o arco plantar. Admitindo que a paralisia desse músculo permite que o pé assuma uma posição de abdução, o que caracteriza o quadro "pé valgo", tornando a marcha bastante irregular.

KOPSCH (1952) aponta o músculo tibial an

terior como um dorsiflexor, com simultâneo levantamento da margem medial do pé. Com o pé fixo no solo, esse músculo traciona a perna para a frente.

TITTEL (1963), BENNINGHOFF & GOERTTLER (1968) afirmam que a função do músculo tibial anterior consiste numa pura dorsiflexão, quando a perna estiver livre, e o seu tendão no plano sagital na articulação do tornozelo. No caso de um desvio lateral do seu tendão, o músculo atuará como um pronador e, desviando-se medialmente, atuará como um supinador.

Quando a perna estiver fixa no solo, o músculo tibial anterior tende a puxar a perna para a frente. Após longas caminhadas, as quais resultam em cansaço desse músculo, o indivíduo poderá tropeçar, pois seus artelhos não mais serão levantados durante a marcha. Os autores afirmam ainda que esse músculo participa na manutenção do arco transversal do pé, o qual, juntamente com o tendão do músculo fibular longo, forma um laço ou estribo.

B) OBRAS ESPECIAIS

FENEIS (1935) do seu minucioso estudo sobre a arquitetura do músculo estriado, obteve a noção geral de que todo músculo, tem uma construção peniforme. Mesmo aqueles que aparentemente são do tipo fusiforme, como por exemplo o tibial anterior, cujo ventre carnoso converge para um tendão onde as suas fibras parecem continuar a direção das fibras carnosas.

A disposição peniforme, porém, comporta variações, podendo ser total, quando os feixes carnosos convergem de to

dos os lados para um eixo tendíneo central; ou parcial, quando as fibras carnosas se inserem apenas em uma face e em uma borda de um tendão. Sob este ponto de vista, complica-se então a classificação do músculo, pois que sua arquitetura varia conforme o nível examinado. Assim não é possível classificar um músculo como um todo, podendo ele mostrar um tipo peniforme total ou completo numa parte e um tipo semipeniforme em outra.

Outra característica do músculo peniforme, é que na sua contração, não ocorre espessamento no sentido lateral, devido ao seu arranjo, portanto, este só ocorre no sentido longitudinal, isto é, no plano paralelo ao tendão, isto explica o deslocamento da massa carnosa, da porção distal para a proximal durante sua contração.

KOLB (1937) descreve que o músculo tibial anterior na porção proximal apresenta suas fibras com uma distribuição peniforme, e na sua porção distal estas são semipeniformes. Durante a sua contração, toda a massa muscular é deslocada da posição distal para a proximal. Com isso, aparece distalmente um "afundamento", e na porção proximal, se observa um "abaulamento", enquanto que, na parte central não há alteração.

DUCHENNE (1949) considera o músculo tibial anterior como um dorsiflexor e adutor.

Para observar corretamente a ação do músculo tibial anterior, através de experimentos eletrofisiológicos, é necessário colocar o pé em flexão plantar direta, a qual indica a posição usualmente produzida pela contração sinérgica

dos músculos tríceps sural e fibular longo.

Essa flexão é anulada de tal maneira que nessa posição o pé não está somente em total flexão plantar, mas a cabeça do 1º metatarsiano está cerca de um centímetro e meio, abaixo da cabeça do 2º metatarsiano, e esta cobre parcialmente a primeira. Quando a corrente indutora é colocada sobre o músculo tibial anterior, uma série de fenômenos pode ser observados:

1º) Sob estimulação moderada, a cabeça do 1º metatarsiano desenvolve um movimento medial e oblíquo ascendente, sendo o inverso da ação do músculo fibular longo, em seguida realiza direta dorsiflexão. Os outros ossos que formam a borda medial do pé (cuneiforme medial e navicular), seguem o movimento do 1º metatarsiano em torno de um aparente centro de rotação na articulação talonavicular. A elevação do 1º metatarsiano elimina ou diminui o arco plantar.

2º) Sob uma corrente mais intensa, simultaneamente com o movimento precedente, o pé dorsiflexiona totalmente com grande força, e é então conduzido em leve adução.

3º) A forma geral do pé é alterada rapidamente assim que aparece a ação do músculo tibial anterior: o dorso do pé gira lateralmente, assumindo uma posição "varus". Isso ocorre com a contração máxima do músculo tibial anterior; dos dedos, em especial do hálux, e também com a flexão dos metatarsianos.

Com relação aos distúrbios funcionais dos movimentos do pé, resultantes da atrofia ou paralisia do músculo tibial anterior, afirma o autor que nada é mais freqüente do

que a destruição isolada do músculo tibial anterior na parali
sia infantil atrófica. Os distúrbios funcionais dos movimen
tos do pé, durante a postura e a marcha, a posição anormal e
a deformidade do pé, subsequentes a lesões dos músculos da
perna, confirmam integralmente as observações obtidas em seus
experimentos eletrofisiológicos, sobre as ações individuais
do músculo tibial anterior, onde foi demonstrado, também, o
elevado grau de utilidade desse músculo.

No que se refere às deformidades do pé, resultan
tes da atrofia do músculo tibial anterior, o autor relata que
a perda da força ou paralisia do músculo tibial anterior, co
mo um dorsiflexor do pé, se torna evidente não apenas na mar
cha, mas também na posição do pé, durante a inatividade muscu
lar.

O tibial anterior é um músculo volumoso, e repre
senta quase a metade da massa muscular que participa na dorsi
flexão do pé.

Conseqüentemente, a força tônica, que normalmente
resiste à flexão plantar do pé durante o repouso, a fim de
manter a posição neutra entre a dorsiflexão e a flexão plan
tar, torna-se insuficiente na paralisia do músculo tibial an
terior.

Então, logo que esse equilíbrio é eliminado, após
a atrofia ou paralisia do músculo tibial anterior, se desen
volve o "pé equino".

STEINDLER (1955) afirma que o fato de a linha de
gravidade ou peso usualmente cair na frente da articulação do
tornozelo faz com que o componente rotatório da gravidade se

ja um poderoso dorsiflexor do pé. Portanto, considera o músculo tibial anterior um dorsiflexor, pois seu tendão passa à frente da referida articulação. Considera ainda que esse músculo é um supinador do pé.

HICKS (1961) menciona que o músculo tibial anterior é muito controvertido funcionalmente, e concluiu em seus estudos biomecânicos que há alguns efeitos enganosos, os quais sugerem que esse músculo seja um inversor.

Descreve que a ação desse músculo na articulação tálus-calcâneo-navicular é quase zero, e que sua ação depende da posição do seu tendão, que é móvel. Assim, quando a articulação está em inversão, o músculo tibial anterior atua como um fraco inversor; e, quando ela está em eversão, atua como um fraco eversor. Durante a postura ereta, a posição da articulação tálus-calcâneo-navicular está muito próxima do seu ponto neutro. Dessa forma, a ação do músculo tibial anterior na referida articulação deve ser nula.

Quando o pé está livre, a ação inversora do músculo tibial anterior é mais aparente do que real, uma vez que a inversão é feita pelos músculos tibial anterior e tríceps sural. Outro efeito enganoso é visto quando o músculo tibial anterior é o único músculo afetado numa paralisia, existindo uma eversão deformada, que aparece no pé parcialmente paralisado, sendo os outros dorsiflexores requisitados para substituir sua perda.

RASCH & BURKE (1967) definem o músculo tibial anterior como um motor primário da dorsiflexão e inversão. Contra-riamente à afirmação de alguns autores, consideram que o refe

rido músculo não é ativo como um inversor, durante a flexão plantar.

KELLEY (1971) descreve o músculo tibial anterior como um dorsiflexor do tornozelo, sendo ativo também quando a inversão e adução do pé são acompanhadas pela dorsiflexão do tornozelo.

WELLS (1971) analisa as articulações envolvidas na marcha, e sugere que o pé, durante a fase de balanço está dorsiflexionado, e que durante a fase de apoio ocorre uma fraca flexão plantar, seguida por uma leve dorsiflexão.

No início da fase de balanço, o músculo tibial anterior apresenta uma contração de moderada intensidade. No ponto médio desta fase, o músculo diminui o grau de contração, para voltar a contrair-se com considerável força, próximo ao final da fase de balanço.

Durante a fase de suporte, o autor postula que existe considerável ação do músculo tibial anterior, na primeira parte desta fase, o que parece estar relacionado com a descida controlada do pé, pela contração excêntrica, a fim de evitar que o pé seja empurrado ao solo além do necessário. Sua ação durante a sustentação do peso corporal serve, provavelmente, para impedir a pronação do pé.

É sugerido, também, que a força que esse músculo desenvolve, talvez seja fortemente influenciada pelas variações individuais no padrão da marcha. O músculo tibial anterior, sem dúvida, desenvolve uma maior força na pessoa que habitualmente caminha com inclinação posterior, do que naquelas pessoas, que tendem a sustentar seu peso sobre o pé que está

à frente. Pode ser esperado, também, que a duração ou comprimento dos passos possa ser um fator de variação, pois está relacionado com a inclinação da perna dianteira no momento do seu contacto com o solo.

KENDALL, KENDALL & WADSWORTH (1974) citam que o músculo tibial anterior realiza a dorsiflexão da articulação do tornozelo e auxilia na inversão do pé; e que a debilidade desse músculo diminui a capacidade de flexão dorsal da articulação do tornozelo, tendendo a produzir a eversão do pé. Isso pode ser visto em forma de rebaixamento parcial do pé, com tendência à pronação.

C) TRABALHOS ELETROMIOGRÁFICOS

HIRSCHEBERG & NATHANSON (1952) relatam, de seus estudos realizados sobre a marcha patológica e normal, que o músculo tibial anterior apresentou atividade variável durante a fase de balanço. Esses estudos foram feitos com eletrodos de superfície.

JOSEPH & NIGHTINGALE (1952) utilizando eletrodos de superfície, investigaram a atividade do músculo tibial anterior, sob três condições:

1ª) com postura ereta com sustentação do peso corporal em ambos os membros;

2ª) com sustentação do peso corporal somente no membro esquerdo;

3ª) com sustentação do peso corporal somente no membro direito.

Seus resultados mostraram que na primeira posição, nenhum potencial elétrico foi registrado, e durante a sustentação do peso corporal em apenas um membro, um único sujeito demonstrou atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior.

Concluem que a posição ereta não é assegurada, por tanto, apenas pelas propriedades elásticas dos músculos, sem atividade contrátil, pois exige pelo menos atividade dos músculos da pantorrilha, embora sem atividade dos músculos posteroriores da coxa ou com atividade mínima do músculo erector do tronco.

BASMAJIAN & BENTZON (1954) estudaram o músculo tibial anterior em homens na posição de postura ereta e em mulheres na mesma posição, descalças e com os calcanhares elevados. Foram utilizados eletrodos de agulha, emparelhados com eletrodos de superfície (Ring-Shaped), segundo a técnica de Jasper & Bollem. Aproximadamente a metade dos homens e um quarto das mulheres não apresentaram atividade eletromiografica do músculo tibial anterior durante a posição ereta, com os pés descalços.

Quatro dos dezessete homens estudados e três das dezesseis mulheres apresentaram pronunciada atividade, que poderia ser eliminada com a inclinação anterior do corpo. Análises individuais mostraram que todas as mulheres exibiram, pelo menos, o mesmo grau de atividade, durante a postura com os calcanhares elevados.

O músculo tibial anterior não desempenha papel importante na manutenção dos arcos plantares do pé durante a

postura ereta, apresentando uma variação biológica no grau de atividade, ao invés de uma atividade-padrão. Os autores também concluíram que não existe correlação óbvia entre as descobertas eletromiográficas e os vários tipos de pé.

JOSEPH, NIGHTINGALE & WILLIAMS (1955) estudaram os músculos dos membros inferiores, através de eletrodos de superfície, na posição relaxada e durante a postura ereta. Concluíram que, através de aparelhos com alta capacidade de amplificação dos ruídos, se pode detectar potenciais sobre os músculos relaxados, de cerca de 5 microvolts, pico a pico, ocorrendo em 40 ou 50 segundos.

Durante a postura, confirmaram-se descobertas anteriores, ou seja, os músculos da "pantorrilha" estão continuamente contraídos, mas o músculo tibial anterior e os músculos anteriores e posteriores da coxa não mostram atividade eletromiográfica.

JOSEPH & NIGHTINGALE (1956) concluíram de seus estudos realizados por intermédio de eletrodos de superfície que durante a postura ereta, com os braços cruzados atrás, dos 21 voluntários estudados, apenas um apresentou atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior. Com os calcanhares elevados, nenhum músculo se mostrou ativo. Durante o balanço posterior, ou mais precisamente no seu final, verificaram-se fortes potenciais originados do músculo tibial anterior.

Não existiram correlações óbvias entre os resultados obtidos e as idades, pesos e alturas dos 21 indivíduos estudados.

SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956) pesquisaram o músculo tibial anterior, com eletrodos de agulha, durante a marcha em superfície plana. Notaram um elevado grau de atividade no momento em que o pé começava a deixar o solo, no início da fase de balanço ("toe-off"). Essa atividade produzia a dorsiflexão, a fim de que o pé deixasse o solo.

Próximo ao final da fase de balanço ("mid-swing"), existe um definido decréscimo da atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior.

No momento em que o pé tocava o solo, através do calcanhar ("heel-strike"), um segundo pico de atividade ocorreu no músculo. Ele foi considerado como resultado da desaceleração, necessária para evitar que o pé chegue ao solo com muita força.

Dessa forma, o músculo tibial anterior apresentou atividade em dois momentos da marcha, inicialmente quando o pé deixava o solo ("toe-off"), e quando este voltava a tocar o solo novamente, encerrando a fase de balanço ("hell-strike"). A atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior foi fraca enquanto o pé permanecia apoiado sobre o solo, durante a fase de apoio.

Nos movimentos livres do pé, sem resistência, o músculo tibial anterior mostrou-se ativo na dorsiflexão e na supinação (inversão + adução). Na eversão não foi observada nenhuma atividade do músculo tibial anterior.

SUZUKI (1956) verificou por meio de eletrodos de agulha, do tipo coaxial, que o músculo tibial anterior não atua para a manutenção da postura ereta, enquanto no movimen

to de dorsiflexão do pé o referido músculo é o primeiro a contrair-se. Nos movimentos consecutivos de abdução, eversão, inversão e adução, que esse autor denomina movimento circular, o músculo tibial anterior contraiu-se no início da eversão-abdução e no momento central dos movimentos de inversão-adução.

Durante a marcha, o músculo tibial anterior inicia sua contração no momento em que o 5º metatársico deixa o solo, perdurando enquanto o pé estiver suspenso.

NAPONIELLO (1957) utilizando eletrodos de superfície, estudou o músculo tibial anterior, com os indivíduos em três posições: descalços, com salto baixo e com salto alto. Encontrou atividade intermitente no músculo tibial anterior de alguns voluntários, sendo esta mais evidente durante os deslocamentos posteriores do corpo. Concluiu que o aumento da atividade eletromiográfica, verificada no referido músculo, está relacionada com os balanços ântero-posteriores do corpo, em que o músculo atua para restabelecer a posição neutra do mesmo.

O'CONNELL & MORTENSEN (1957) verificaram que, nos movimentos voluntários do pé livre, a ação do músculo tibial anterior, na inversão, foi muito variável. Durante os movimentos de forte eversão, o músculo demonstrou atividade. Esses autores utilizaram eletrodos de agulha e de superfície.

O'CONNELL (1958) com o uso de eletrodos de superfície e também de agulha dos tipos bipolar, monopolar e coaxial, estudou o músculo tibial anterior, durante movimentos livres do pé e também durante a postura:

a) Dorsiflexão: quando este movimento era feito contra a gravidade, o músculo tibial anterior era o primeiro a mostrar atividade; quando o movimento de dorsiflexão era realizado com o pé livre, ela era iniciada pelo músculo tibial anterior, auxiliado pelo músculo extensor longo dos dedos, cujo componente eversor pode neutralizar o componente inversor do músculo tibial anterior, para produzir a dorsiflexão pura, sendo que o movimento de dorsiflexão foi mais regular e mais bem controlada, quando realizado com o pé livre.

b) Inversão I: há elevação da borda medial do pé. Assim, a planta está voltada internamente. Neste movimento, o músculo tibial anterior é ativo.

c) Inversão II: a planta do pé pendente, é girada internamente, sem elevação da borda medial. Neste movimento, pouca ou nenhuma atividade eletromiográfica foi registrada no músculo tibial anterior.

d) Eversão: durante a extensão normal do movimento, o músculo tibial anterior, permaneceu inativo, mas, quando este movimento foi forçado, evidências de atividade contrátil subitamente apareceram. Supõe-se que essa atividade se deva ao deslocamento lateral do tendão.

Durante a postura, o autor obteve os seguintes resultados:

a) Postura normal: o músculo tibial anterior mostrou-se inativo.

b) Balanço anterior: não houve atividade do referido músculo.

c) Balanço posterior: o músculo tibial anterior con

traíu-se, para empurrar o corpo para frente, de volta à sua posição original.

d) Balanço lateral: neste movimento, a atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, foi interpretada como um empurrão medial, para que o corpo retorne a sua posição inicial.

Durante a postura ereta numa superfície inclinada, o músculo tibial anterior demonstrou atividade contrátil, e quanto maior o grau de inclinação, maior era a atividade registrada no músculo. Essa atividade é explicada pela tendência do corpo de cair para trás. Durante a postura nessa mesma superfície, porém, em declive, o músculo tibial anterior não foi ativo. Este autor utilizou vários tipos de eletrodos, tais como de superfície, de agulha, bipolar, monopolar e coaxial.

HOUTZ & FISHER (1959) utilizando apenas eletrodos de superfície, estudaram, entre outros, o músculo tibial anterior, durante a pedalação em bicicleta estacionária, sem e com aplicação de cargas (680g; 1,360; 1,814; 2,041; 2,268 kg). Observaram que o músculo tibial anterior atuou em conjunto com o músculo tensor da fáscia lata e o músculo sartório. Assim que o quadril e o joelho atingiam a flexão máxima, o tornozelo dorsiflexionava-se, girando o pedal para a posição nível, a fim de preparar o impulso extensor da extremidade do membro inferior. Essa contração era mantida, até que a extremidade estivesse numa posição intermediária entre a extensão e a flexão máxima, durante o impulso extensor.

Quando não era aplicada carga, os potenciais de ação ocorreram principalmente no músculo tibial anterior e gas

trocnêmio. A pedalação rápida e sem resistência aumentava a atividade eletromiográfica e a quantidade de músculos participantes no exercício. Entretanto, a magnitude da atividade elétrica resultante dessa rápida pedalação não era tão alta quanto aquela obtida com aplicação de carga.

O número dos músculos contraídos e a magnitude dos potenciais de ação produzidos aumentaram com a aplicação de resistência. Embora a resistência se tornasse muito alta, a ponto de os voluntários solicitarem auxílio para iniciarem a pedalação, não foram evidenciadas incoordenações no traçado eletromiográfico. O padrão de atividade de cada músculo apresentou um ritmo discreto.

BASMAJIAN & STECKO (1963) investigaram a influência de alguns músculos na manutenção dos arcos do pé, através de eletrodos de agulha do tipo bipolar. Com relação ao músculo tibial anterior, concluíram que o referido músculo não atua na manutenção do arco longitudinal medial do pé, durante a postura ereta. Porém, naqueles movimentos em que "stress" excessivos são aplicados sobre o arco, esse músculo parece demonstrar atividade.

CARLSOO (1964) utilizando eletrodo de superfície, estudou os músculos da perna, e com relação ao músculo tibial anterior concluiu que na postura ereta, postura ereta com carga anterior e postura ereta com carga posterior, esse músculo não apresenta atividade eletromiográfica.

BATTYE & JOSEPH (1966) através de eletrodos de superfície, estudaram os músculos da perna durante a marcha. Seus achados demonstraram que o músculo tibial anterior, apre

senta duas fases distintas de atividade. A primeira ocorre no momento em que os dedos deixam o solo ("toe-off"), e a segunda ocorre antes de o calcanhar tocar o solo ("deceleration"), por tanto no início e final da fase de balanço ("swing phase").

Essa atividade bifásica do músculo tibial anterior é notável e, em alguns casos, aparentemente cessa sua contração durante a fase de balanço. Pode-se afirmar que o pé não cai durante essa diminuição ou ausência de atividade contrátil, a qual dura cerca de 0,05 segundos, devido à inércia do músculo.

O músculo tibial anterior contrai-se por um curto período, após o pé ser nivelado ao solo, e provavelmente atua para empurrar o corpo para a frente, no início da fase de suporte.

CARLSOO (1966) verificou que, na postura ereta e simétrica, o músculo tibial anterior não é ativo. Estudou também o início da marcha. Denominou esse período de fase preparatória (momento em que a perna vai deixar o solo). Verificou que em alguns casos o músculo tibial anterior cessa completamente sua atividade; e em outros casos se tornou ativo na perna que estava na fase de balanço. No período final desta fase, o músculo não atua. Em seu trabalho, o autor utilizou um eletrodo feito com fio de platina de 0,18 mm de espessura, com a sua extremidade distal em forma de anzol.

JOSEPH & WATSON (1967) com o uso de eletrodos de superfície, estudaram o músculo tibial anterior, durante a subida e descida em escada. Durante a subida, esse músculo é ativo na fase de balanço, quando o membro está dorsiflexionado no

tornozelo e flexionado no joelho e quadril.

Nesse estágio, a perna que está na fase de balanço está sendo transportada do degrau inferior para o superior, e o músculo tibial anterior atua para que os dedos ultrapassem o degrau no qual está a perna oposta.

Durante a descida, o músculo tibial anterior é ativo em 2 fases: primeira, durante a fase de balanço ("swing phase"), para evitar que o pé caia e possa transpor o degrau. A segunda ocorre entre o final da fase de balanço ("deceleration") e o início da fase de apoio ("heel-strike"), invertendo o pé e permitindo que ele seja colocado no degrau inferior.

Contrariamente ao que ocorre quando se caminha por uma superfície plana, durante a descida em escadas, o pé é colocado no solo, primeiramente os dedos e depois o calcanhar, e o peso corporal é transferido para a borda externa do pé.

GRAY & BASMAJIAN (1968) estudaram os músculos da perna em diferentes tipos de marcha, através de eletrodos bipolares, constituídos por um fio de aço com 25 u de diâmetro, os quais eram introduzidos nos músculos, através de uma agulha hipodérmica, segundo o método de BASMAJIAN & STECKO (1962).

a) Marcha normal: o tibial anterior foi o único músculo ativo durante a fase de balanço, sendo aparentemente responsável, em parte, pela dorsiflexão do pé durante o início da fase de balanço ("acceleration"), e pela inversão do pé ao final dessa fase ("deceleration"). Os autores observaram que, entre essas duas fases ativas, o músculo tibial anterior apresenta um breve período de silêncio elétrico, na porção central da fase de balanço. Portanto, foi observada uma ati

vidade bifásica do referido músculo. Nos três momentos centrais (contato parcial da planta do pé com o solo; contato total com a planta do pé com o solo; elevação do calcanhar) da fase de sustentação, ele foi inativo.

b) Marcha com o pé evertido (45°): o músculo tibial anterior mostrou-se mais ativo ao final da fase de sustentação (elevação do calcanhar, elevação dos artelhos), quando comparado à sua atividade na marcha normal. Alguns sujeitos mostraram atividade contínua em todo o ciclo.

c) Marcha com o pé invertido (45°): o músculo tibial anterior mostrou um padrão típico de atividade muscular durante esse tipo de marcha, com picos do início ao fim das fases de balanço e sustentação. Os sujeitos tiveram alto nível de atividade, durante o contato parcial da planta do pé com o solo e no período intermediário da fase de balanço. Quando a atividade média, verificada no contato parcial da planta do pé com o solo, durante a marcha invertida, é comparada com o padrão da marcha normal, verifica-se uma diferença significativa. As marchas com o pé evertido e invertido não alteram o padrão básico de atividade muscular numa marcha prolongada.

d) Marcha inclinada ascendente: esta recrutou atividade do músculo tibial anterior, em ambas as fases (apoio e balanço) de um passo.

e) Marcha inclinada descendente: o músculo tibial anterior apresentou um padrão de atividade, muito semelhante ao apresentado na marcha inclinada ascendente.

JOSEPH (1968) comparou, por meio de eletrodos de

superfície, a marcha entre mulheres usando saltos baixos e altos. Verificou que a diferença existente entre estes dois tipos de marcha é mínimo. Com relação ao músculo tibial anterior, observou que a sua atividade é menos intensa, porém mais prolongada durante a marcha com saltos altos.

FINLEY et al. (1969) pesquisaram, com eletrodos de superfície, a ação do músculo tibial anterior em mulheres jovens e idosas, durante a marcha normal. Suas conclusões foram as seguintes:

a) toque do calcanhar, início da fase de apoio ("heel-contact"): nos dois grupos de mulheres, o músculo apresentou elevada atividade eletromiográfica.

b) Contato total da planta do pé com o solo ("foot-flat"): nesta fase, a atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior foi maior para o grupo idoso.

c) Elevação do calcanhar, final da fase de apoio ("heel-off"): para ambos os grupos, o músculo tibial anterior apresentou fraca atividade eletromiográfica.

d) Elevação dos artelhos ("toe-off"): verificou-se elevada atividade elétrica para o grupo de mulheres idosas e moderada atividade para o grupo jovem.

e) Período intermediário da fase de balanço ("mid-swing"): o grau de atividade elétrica verificada foi maior para o grupo de idosas.

GRAY (1969) realizou, com eletrodos de superfície, um estudo comparativo da atividade eletromiográfica dos músculos da perna de indivíduos com pé normal e com pé chato, durante a postura ereta. Com relação ao músculo tibial ante

rior verificou que, dos 6 voluntários com pé normal, apenas 1 apresentou atividade, sendo esta de moderada intensidade. Dos 27 indivíduos com pé chato, 3 não apresentaram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, 1 apresentou moderada atividade, enquanto 23 apresentaram acentuada atividade eletromiográfica do referido músculo.

Concluiu com isso que, nos indivíduos com pé chato, os músculos da perna atuam indiretamente como suporte do pé, através de suas ações nas juntas subtalar e tarsal transversa, enquanto que, nos indivíduos com pé normal, os músculos não são necessários para o suporte estático dos arcos plantares.

LEONEL JOSÉ (1981) utilizando eletrodos de superfície realizou um estudo da ação conjugada dos músculos bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso, durante a pedalação em bicicleta ergométrica, tendo demonstrado que a variação da posição do pé (normal, evertido e invertido), altera o traçado eletromiográfico desses músculos.

M A T E R I A L E M É T O D O S

MATERIAL E MÉTODOS

O músculo tibial anterior direito de 22 voluntários, foi analisado eletromiograficamente, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, com o pé direito colocado no pedal, em posição normal, em inversão e eversão, livre e com resistência em todas as três posições, sendo 11 mulheres e 11 homens, ambos os grupos com idade variável de 17 a 25 anos. Apenas dois voluntários eram sinistros e um apresentava lateralidade cruzada (Tabela 1, pág. 37). Nenhum indivíduo apresentava antecedentes clínicos relacionados com os membros inferiores. Foi utilizada uma bicicleta ergométrica* (Fig. 1),

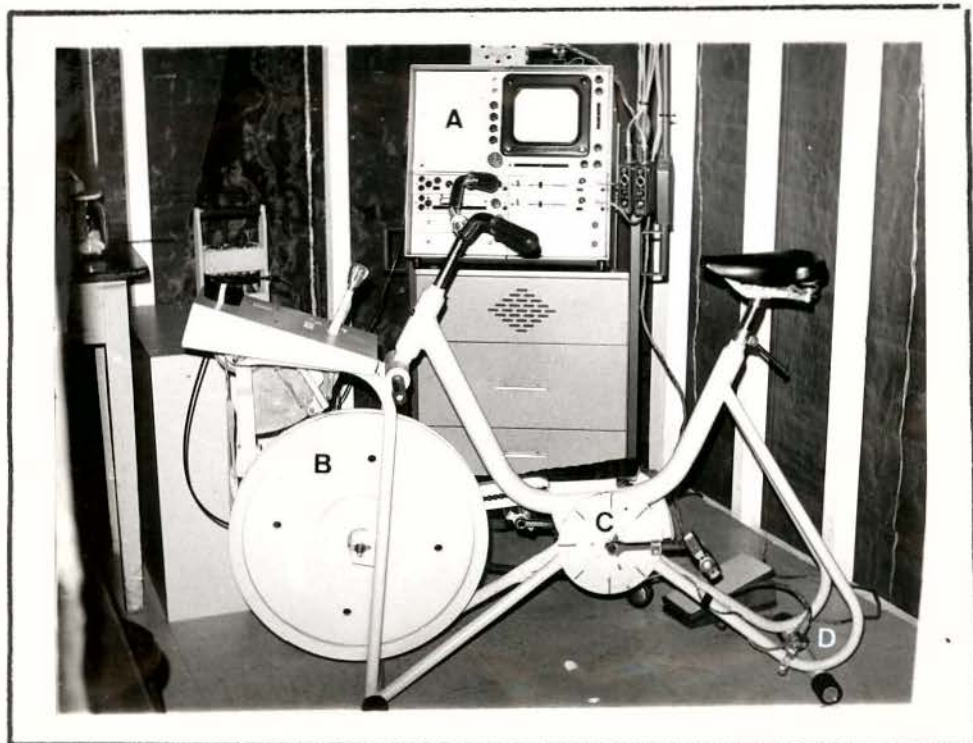


Fig. 1: A- Eletromiôgrafo. B- Bicicleta ergométrica. C- Disco de Acrílico do Sistema Eletrônico que foi acoplado na bicicleta. D- Encaixe para conexão entre o Disco de Acrílico e o Painel.

* A bicicleta foi fabricada pelo Departamento de Engenharia da Universidade Federal de São Carlos.

construída a partir do modelo Monark, equipada com velocímetro e alavanca reguladora de resistência, de até 7 kg.

Acoplamos à bicicleta, um Sistema Eletrônico (Figuras 2 e 6, pág. 38), com a finalidade de assinalar 8 momentos, durante um giro completo do pedal que compreende 360° . Os

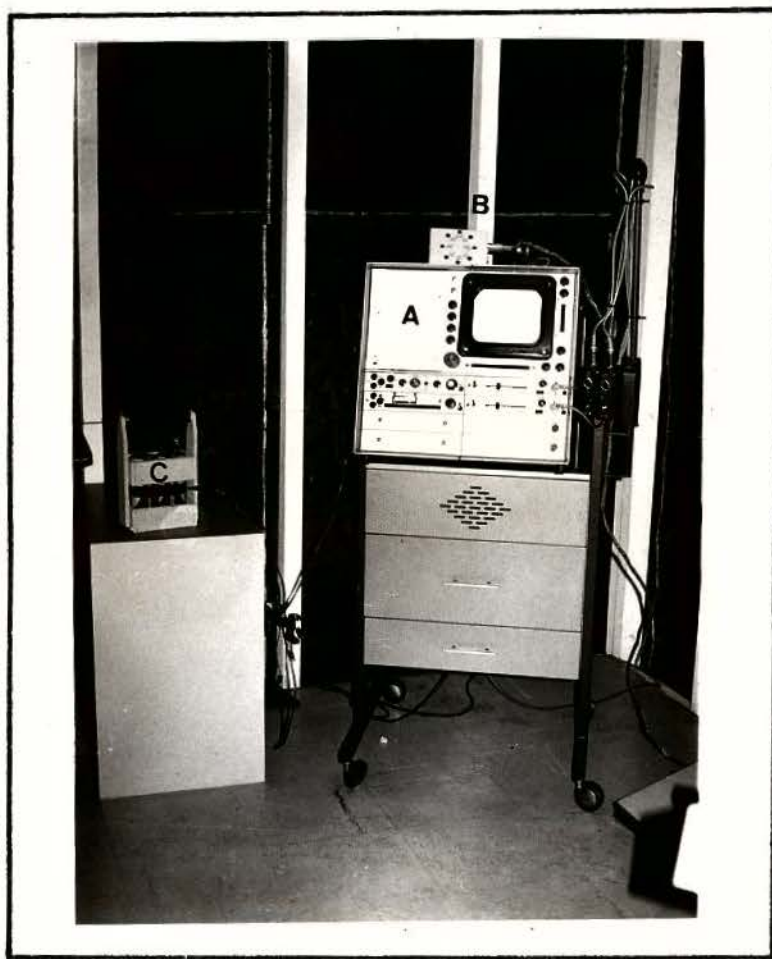


Fig. 2: A- Eletromiôgrafo. B- Painel do Sistema Eletrônico, apresentando 8 "Leads" representativos das 8 graduações do pedal, que foram demarcadas. C- Fonte alimentadora do Sistema Eletrônico (2 pilhas de 1,5 volts).

graus demarcados foram 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° e 360° . (Fig. 7, pág. 39). O Sistema Eletrônico, foi construído com base num aparelho denominado Anemômetro Digital, o qual indica a velocidade e direção do vento, de auto

ria de GIAN (1976). Esse Sistema Eletrônico foi baseado em interruptores, denominados "Red-Switches" de dois polos simples, acionados magneticamente por um ímã que liga e desliga lâmpadas "leed". Estas lâmpadas diferem das comuns, por serem diodo emissoras de luz.

Como o Sistema Eletrônico foi elaborado para registrar medições angulares, os interruptores "Red-Switches", foram fixados num disco de acrílico, distanciados entre si cerca de 45° . Como a circunferência toda tem 360° , e foi dividida de 45 em 45° , foram necessários 8 interruptores "Red-Switches", (Fig. 3). Através de uma abertura circular no seu centro, o disco de acrílico era atravessado pelo eixo dos pedais e fixado no quadro da bicicleta, sendo que a face do disco na qual

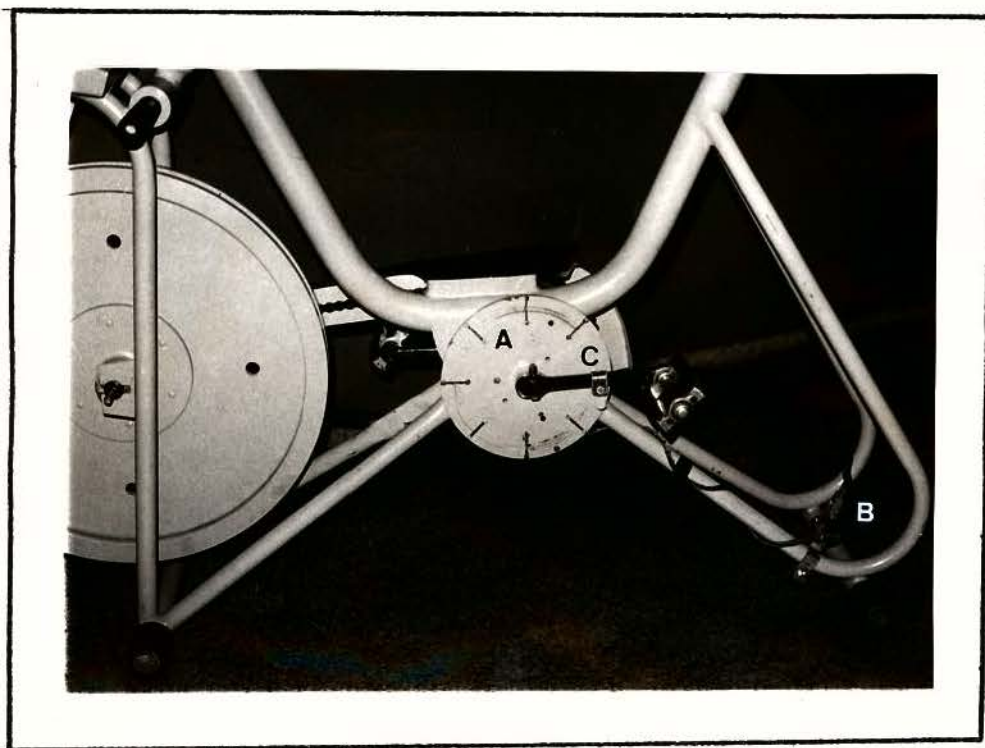


Fig. 3: A- Disco de Acrílico com os oito "Red-Switches". B- Terminais "Tipo DIN" e cabos. C- Ímã colocado no pé de vela esquerdo da bicicleta.

estavam inseridos os interruptores "Red-Switch", ficou volta da para o pedal, ou seja, lateralmente. A conexão entre o disco de acrílico e o painel foi feita através de terminais "tipo DIN" de pinos, onde se fixavam os cabos (Fig. 3, pág.29).

O painel consistiu de uma pequena caixa de alumínio, contendo no seu interior um transformador. Os cabos foram conectados na sua face lateral, através de terminais "tipo DIN". Na face anterior do painel, foram colocados 8 "leds", circularmente, representando os graus demarcados (0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° , 360°) (Fig. 2, pág. 28).

Dessa forma cada "lead" do painel correspondeu a um interruptor "Red-Switch", colocado no disco de acrílico, na mesma posição. Os interruptores "Red-Switch" eram acionados por um ímã, colocado no pé de vela esquerdo da bicicleta, e toda vez que esse ímã passava à frente de um interruptor "Red-Switch", fechava o circuito, e era aceso o "lead" correspondente no painel, assinalando o grau em que se encontrava o pedal direito. Após a passagem do ímã pelo interruptor "Red-Switch", o circuito era desativado e o "lead" do painel se apagava.

O Sistema Eletrônico foi alimentado por duas pilhas de 1,5 volts cada, marca Ray-Ovac (Fig. 2, pág.28), estas pilhas são utilizadas em telefones, e foram conectadas ao painel através de fio duplo e plugs do tipo "P2". Não foi utilizada corrente alternada para alimentação, pois esta interferia no traçado das ondas eletromiográficas.

Utilizamos uma sandália confeccionada especialmente para esse trabalho, com sola de compensado reforçada com placa de alumínio e tiras de couro com fivela, contendo na sua face inferior dois parafusos com borboletas, presos a uma placa de alumínio, a qual fixava a sandália no pedal direito da bicicleta (Fig.4). Desse modo, o pé direito do voluntário

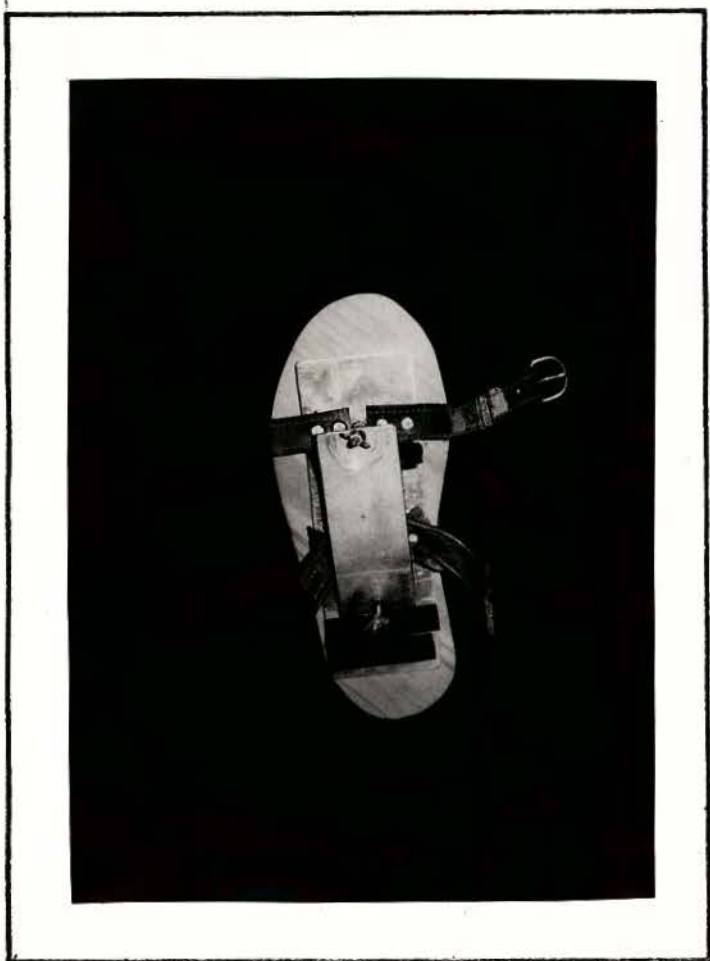


Fig. 4: Vista inferior da sandália utilizada pelos voluntários, para a manutenção do pé na posição normal, em inversão e eversão durante a pedalação em bicicleta ergométrica, livre e com resistência de 2 kg.

tário era mantido nas três posições estudadas; normal, inversão e eversão. A inversão e eversão realizadas foram de 30° , em relação ao plano sagital mediano, para todos os voluntários. Isso foi possível através de marcações feitas no pedal direi

to.

Os potenciais elétricos do músculo Tibial Anterior, foram captados e derivados através de eletrodos de agulha coaxial simples "25p", colocados nas porções proximal e distal do músculo tibial anterior direito (Fig. 5).

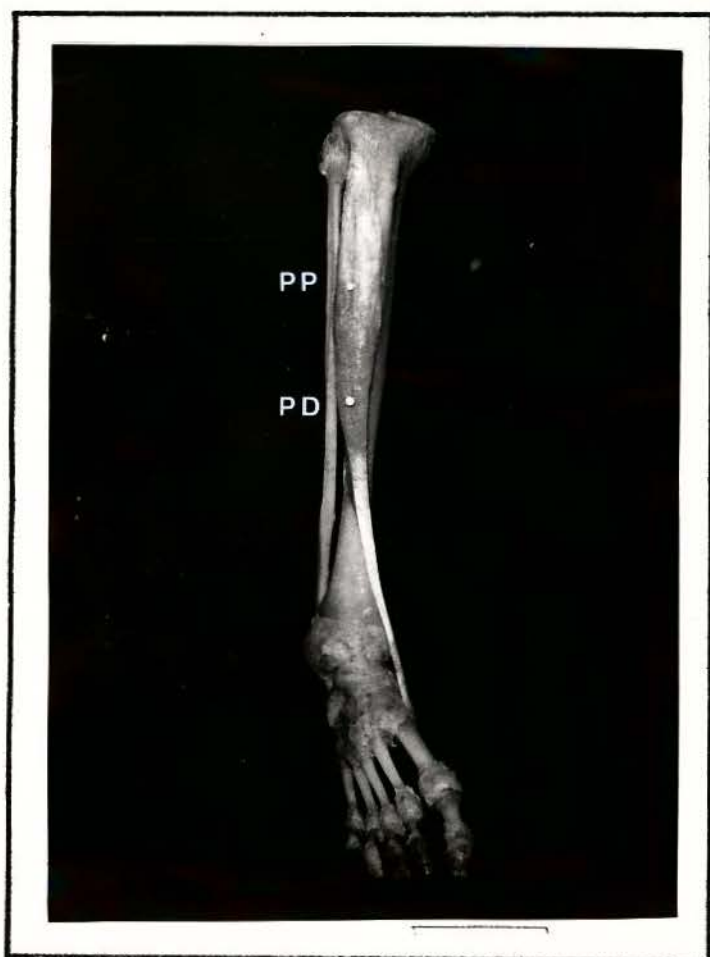


Fig. 5: Músculo Tibial Anterior com os pontos de fixação dos Eletrodos assinalados. Porção Proximal (PP) e Porção Distal (PD).

O eletrodo da porção proximal, foi introduzido a uma distância média de 6 cm abaixo da tuberosidade tibial, e cerca de 3 cm lateralmente à margem anterior da tíbia. Enquanto isso, o eletrodo de porção distal foi colocado a uma

distância média de 16 cm acima do maléolo lateral e aproximadamente 3 cm lateralmente à margem anterior da tíbia. Essas medidas foram aplicadas a todos os voluntários. A determinação exata, dos pontos de fixação dos eletrodos na porção proximal e distal do músculo tibial anterior, foi confirmada através de prévia dissecção (Fig. 5, pág.32). A distância média entre os dois eletrodos girou em torno de 9 cm. Antes de serem colocados, os eletrodos eram mantidos em solução de éter/álcool 70^o, por aproximadamente 5 minutos. Esta solução também foi utilizada para a assepsia da pele.

Os voluntários foram "terrados" através de um disco de metal, o qual era untado com pasta eletrocondutora e fixado na pele da perna direita do voluntário, a 2 cm acima dos maléolos, com uma fita plástica auto-adesiva.

Devido ao fato da bicicleta ter sido colocada a 1 m do eletromiógrafo, foi necessário a utilização de uma extensão, a qual por intermédio de conectores tipo "jacaré", ligava os eletrodos ao eletromiógrafo.

O eletromiógrafo utilizado, foi do tipo TECA, modelo TE-4* de dois canais, e equipado com alto-falantes e fita eletromagnética registradora (Fig. 2, pág.28). Os registros dos potenciais elétricos foram realizados, com a calibração variando de 100 a 1.000 uVolts/divisão, com a finalidade de tornar a leitura mais precisa. A velocidade de varredura dos feixes (sweep), foi sempre de 370 milisegundos/divisão.

* O equipamento eletromiográfico foi obtido com o auxílio do CNPq (Proc. 3834/70) e FAPESP (Proc. Med. 70/511).

Tanto o eletromiógrafo, como a bicicleta e o Sistema Eletrônico, estavam instalados dentro de uma gaiola de FARADAY. A corrente elétrica alternada que alimentava o eletromiógrafo, passava por um transformador de relação 1:1, que eliminava interferências da rede elétrica.

Os registros eletromiográficos foram fotografados com uma câmara fotográfica marca Exa Thage Dresdem, de objetiva Isco-Gottingen Isconar 1:2,8/50 mm, carregada com filme 125 ISO, para efeito de revelação o filme foi considerado de 400 ISO.

O músculo Tibial Anterior foi analisado durante a pedalção, sob as seguintes condições:

1º) com o pé na posição normal:

- a) sem resistência;
- b) contra resistência de 2 kg;

2º) com o pé, na posição invertida:

- a) sem resistência;
- b) contra resistência de 2 kg;

3º) com o pé na posição evertida:

- a) sem resistência;
- b) contra resistência de 2 kg;

Em todos os movimentos, a atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, foi observada nas 8 graduações (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315, 360), isto é, os registros resultavam da observação simultânea do "écran" do eletromiógrafo e do painel com "leds", colocado sobre o mesmo.

O início da pedalção se dava com os pés na "posição de nível"; posição horizontal com o pé direito à frente.

De acordo com a metodologia empregada por HOUTZ & FISHER (1959)

Antes de iniciarmos os registros, demonstrávamos aos voluntários como os movimentos deveriam ser executados, e dávamos as devidas instruções, tais como: velocidade de pedalação, posição do corpo e ritmo. Também solicitamos, que fosse realizado o movimento de inversão com elevação da borda medial do pé, após o indivíduo tomar ciência sobre o modo de pedalação, ele pedalava por aproximadamente 1,5 minuto, fase essa que denominamos "tempo de acomodação", por existirem diferenças no traçado eletromiográfico entre este período e um tempo maior de pedalação.

Segundo HOUTZ & FISHER (1959) a altura do selim não influencia, em geral, o ritmo da atividade muscular, mas o exercício é desenvolvido com menor esforço quando o selim está baixo. Neste trabalho, não nos detivemos neste aspecto; por isso, foi mantida a mesma altura do selim para todos os indivíduos. A distância do selim ao pedal foi de 78 cm.

A sequência de movimentos foi a mesma para todos os voluntários.

1º movimento: pedalação com o pé na posição normal, sem resistência.

2º movimento: pedalação com o pé na posição normal, com resistência.

3º movimento: pedalação com o pé na posição invertida, sem resistência.

4º movimento: pedalação com o pé na posição invertida, com resistência.

5º movimento: pedalação com o pé na posição evertida, sem resistência.

6º movimento: pedalação com o pé na posição evertida, com resistência.

O tempo médio de pedalação em cada posição foi de 3 a 4 minutos. Não era dado nenhum intervalo de tempo entre um movimento e outro. O intervalo consistiu apenas no tempo necessário para aplicar-se a resistência ou para alterar a posição da "sandália" e, conseqüentemente, a posição do pé do voluntário.

Os registros eletromiográficos foram feitos em microvolts e anotados em fichas previamente elaboradas. Poste^riormente, esses registros, foram convertidos nos sinais clas^ssicamente utilizados em eletromiografia, segundo o critério de BASMAJIAN (1978). Dessa forma, foi feita a seguinte corre^lação entre os registros em microvolts e os sinais:

- a) de 50 ———| 200 uv, atividade mínima (⁺);
- b) de 200 ———| 500 uv, atividade fraca (+);
- c) de 500 ———| 1.000 uv, atividade moderada (++);
- d) de 1.000 ———| 1.500 uv, atividade forte (+++);
- e) Acima de 1.500 uv, atividade muito forte (++++).

TABELA 1. Características biométricas dos 22 sujeitos submetidos a análise eletromiográfica do músculo tibial anterior direito durante a pedalção em bicicleta ergométrica, com o pé direito na posição normal, em inversão e em eversão, com e sem resistência de 2 kg.

Caso	Sexo	Idade	Peso	Altura	Raça	Nº do Calçado	Dominância mão/pé
1	M	22	82	1,80	Br	42	sin/sin.
2	M	24	67	1,71	N	39	des/des.
3	M	18	58	1,72	Br	40	des/des.
4	M	20	65	1,80	Br	42	des/des.
5	M	25	73	1,58	Br	40	des/des.
6	M	17	71	1,73	Br	41	des/des.
7	M	22	62	1,67	Br	39	sin/des.
8	M	21	69	1,74	Br	40	des/des.
9	M	21	62	1,80	Br	40	des/des.
10	M	21	63	1,62	Br	38	des/des.
11	M	24	69	1,73	N	41	des/des.
12	F	20	58	1,70	Br	35	des/des.
13	F	21	50	1,62	Br	36	des/des.
14	F	20	64	1,70	Br	36	des/des.
15	F	22	68	1,69	Br	37	des/des.
16	F	22	67	1,68	Br	38	des/des.
17	F	20	64	1,67	Br	36	des/des.
18	F	20	65	1,50	Br	34	des/des.
19	F	18	64	1,65	Br	38	des/des.
20	F	23	72	1,78	Br	42	des/des.
21	F	19	57	1,67	Br	35	des/des.
22	F	20	58	1,64	Br	37	sin/sin.

"SISTEMA ELETRÔNICO"

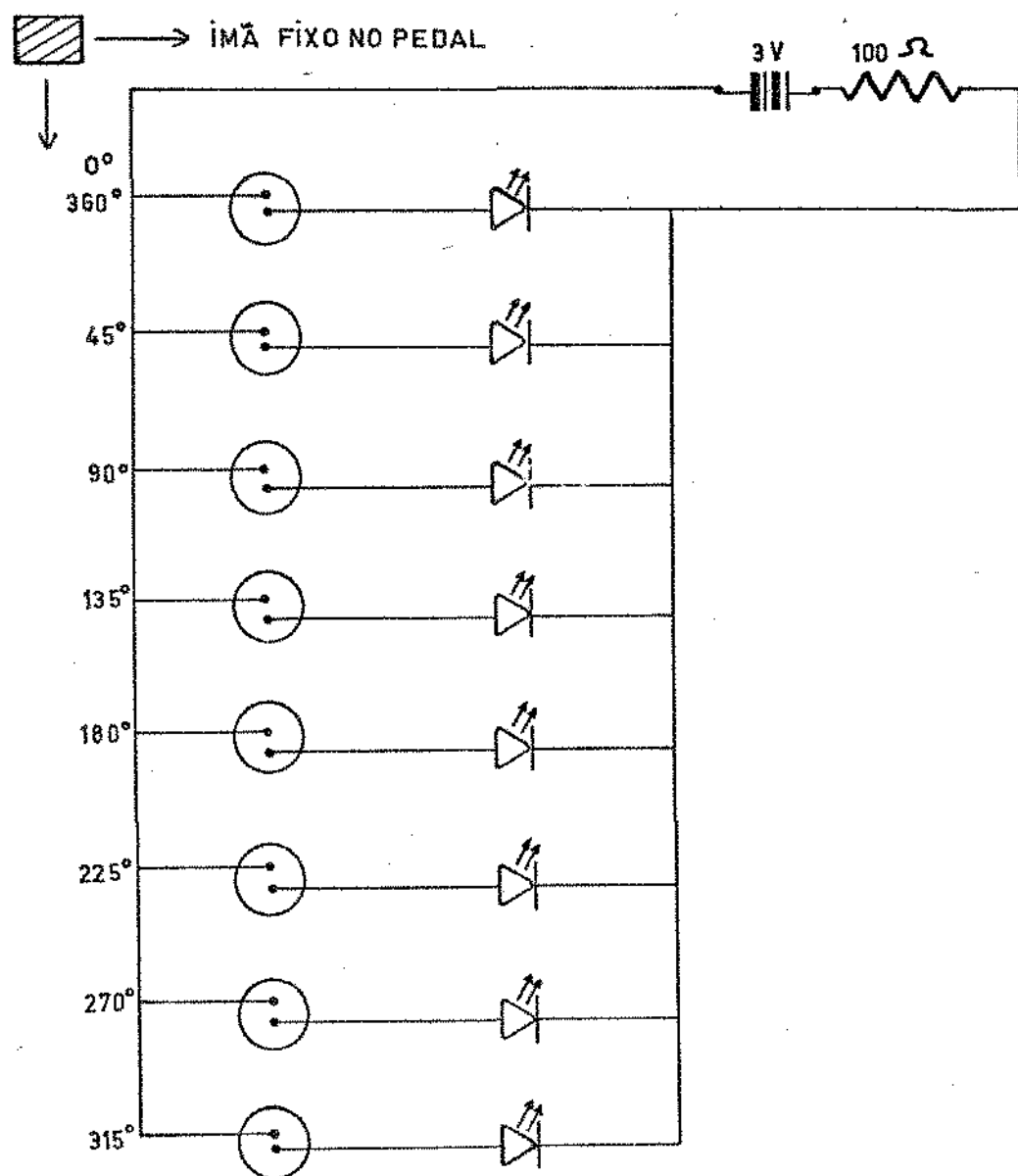


FIG. 6: Diagrama esquemático do "Sistema Eletrônico", acoplado na bicicleta ergométrica, utilizada no estudo da atividade eletromiográfica das porções proximal e distal do músculo tibial anterior, durante a pedalção com o pé na posição normal, em inversão e eversão, sem e com resistência de 2 kg.

GRADUAÇÕES

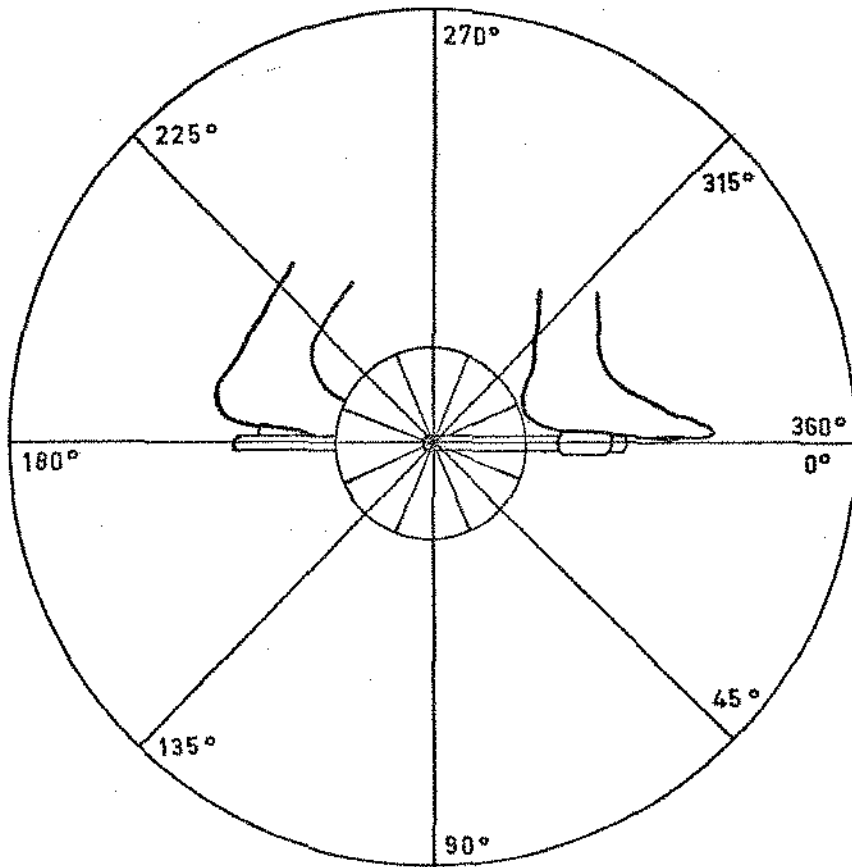


FIG. 7: Desenho esquemático indicando as oito graduações percorridas pelo pedal direito, durante um ciclo de pedalação; nas quais foram realizados os registros eletromiográficos da porção proximal e distal do músculo tibial anterior, direito.

RESULTADOS

A seguir, através de tabelas, gráficos e figuras, são apresentados os resultados obtidos. Estão representados seis das oito graduações do ciclo de pedalação, que foram estabelecidas para este trabalho. As graduações de 0/45 e 315/360° não são aqui mostradas, em virtude de o músculo tibial anterior ter apresentado completa inatividade eletromiográfica nestes períodos do ciclo de pedalação.

A Tabela 2 (pág. 43) e Gráfico 1 (pág. 51) apresentam a intensidade da atividade eletromiográfica registrada nas porções proximal e distal do músculo tibial anterior nos graus de 45/90.

A Tabela 3 (pág. 44) e Gráfico 2 (pág. 52) apresentam a intensidade da atividade eletromiográfica registrada nas porções proximal e distal do músculo tibial anterior nos graus de 90/135.

A Tabela 4 (pág. 45) e Gráfico 3 (pág. 53) apresentam a intensidade da atividade eletromiográfica registrada nas porções proximal e distal do músculo tibial anterior nos graus de 135/180.

A Tabela 5 (pág. 46) e Gráfico 4 (pág. 54) apresentam a intensidade da atividade eletromiográfica registrada nas porções proximal e distal do músculo tibial anterior nos graus de 180/225.

A Tabela 6 (pág. 47) e Gráfico 5 (pág. 55) apresentam a intensidade da atividade eletromiográfica registrada nas porções proximal e distal do músculo tibial anterior nos graus de 225/270.

A Tabela 7 (pág. 48) e Gráfico 6 (pág. 56) apresen

tam a intensidade da atividade eletromiográfica registrada nas porções proximal e distal do músculo tibial anterior nos graus de 270/315.

A Tabela 8 (pág. 49) apresenta em termos percentuais o número de voluntários com atividade eletromiográfica nas porções proximal e distal do músculo tibial anterior.

A Tabela 9 (pág. 50) apresenta em termos percentuais as intensidades eletromiográficas registradas mais frequentemente.

A Figura 8 (pág. 57) apresenta o eletromiograma das porções proximal e distal do músculo tibial anterior durante o movimento de pedalação (N/SR).

A Figura 9 (pág. 57) apresenta o eletromiograma das porções proximal e distal do músculo tibial anterior durante o movimento de pedalação (N/R).

A Figura 10 (pág. 58) apresenta o eletromiograma das porções proximal e distal do músculo tibial anterior durante o movimento de pedalação (I/SR).

A Figura 11 (pág. 58) apresenta o eletromiograma das porções proximal e distal do músculo tibial anterior durante o movimento de pedalação (I/R).

A Figura 12 (pág. 59) apresenta o eletromiograma das porções proximal e distal do músculo tibial anterior durante o movimento de pedalação (E/SR).

A Figura 13 (pág. 59) apresenta o eletromiograma das porções proximal e distal do músculo tibial anterior durante o movimento de pedalação (E/R).

Tabela 2 - Intensidade da atividade eletromiográfica, registrada nas porções; proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, na fase de 45° a 90°, com o pé na posição normal, em inversão e eversão. Sem resistência (S/R) e com resistência de 2 kg (R).

Nº	Sexo	P.P.						P.D.					
		Normal		Inversão		Eversão		Normal		Inversão		Eversão	
		S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R
1	M												
2	M												
3	M												
4	M												
5	M												
6	M												
7	M												
8	M												
9	M												
10	M												
11	M												
12	F		4+	3+	4+		3+		3+		2+	3+	2+
13	F												
14	F												
15	F												
16	F												
17	F												
18	F												
19	F												
20	F												
21	F	2+		3+	2+			2+		2+	2+		
22	F	+	3+	3+	3+	2+	2+	+	2+	+	2+	+	2+

Tabela 3 - Intensidade da atividade eletromiográfica, registrada nas porções proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, na fase de 90° a 135°, com o pé na posição normal, em inversão e eversão. Sem resistência (S/R) e com resistência de 2 kg (R).

Nº	Sexo	Normal		P.P. Inversão		Eversão		Normal		P.D. Inversão		Eversão	
		S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R
1	M												
2	M			±									
3	M			+						+			
4	M	++	2+	2+	2+			++	2+	+	2+		
5	M			++						++			
6	M			3+	4+					3+	4+		
7	M												
8	M												
9	M												
10	M												
11	M				+	3+	4+				4+	3+	4+
12	F		4+	3+	4+		3+	3+	2+	3+			2+
13	F												
14	F												
15	F		3+		3+			3+			+		
16	F												
17	F												
18	F												
19	F				3+		4+				+		3+
20	F												
21	F	2+		3+	2+	+		2+		2+	2+	+	
22	F	+	3+	3+	3+	2+	2+	+	2+	+	2+	+	2+

* Atividade intermitente

Tabela 4 - Intensidades da atividade eletromiográfica, registrada nas porções proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, na fase de 135° a 180°, com o pé na posição normal (N), em inversão e eversão. Sem resistência (S/R) e com resistência de 2 kg (R)

Nº	Sexo	Normal		P.P. Inversão		Eversão		Normal		P.D. Inversão		Eversão	
		S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R
1	M		+	+	2+		+		±	±	±		±
2	M		2+	±	2+		2+		2+		+		+
3	M		2+	+	3+			±	+	+	2+		
4	M	++	2+	2+	2+			++	2+	+	2+		
5	M	2+		++	3+			+		++	2+		
6	M	3+		3+	4+			2+		3+	4+		
7	M	+	2+		+			+	2+		+		
8	M			+	3+					++	2+		
9	M	+	3+		+			+	3+		2+		
10	M		3+		2+				2+		+		
11	M	+	3+		+	3+	4+	+	3+		4+	3+	4+
12	F		4+	3+	4+		3+		3+	2+	3+		2+
13	F												
14	F		3+		2+		3+		4+		+		3+
15	F		3+	2+	3+		2+		3+	+	+		+
16	F	2+	3+	2+	3+	+	3+	+	2+	2+	2+	+	3+
17	F		3+		2+				2+		+		
18	F		3+		3+		2+		2+		2+		2+
19	F		3+		3+	++	4+		2+		+	++	3+
20	F		3+		2+				2+		2+		
21	F	2+	2+	3+	2+	+	4+	2+	2+	2+	2+	+	3+
22	F	+	3+	3+	3+	2+	2+	+	2+	+	2+	+	2+

* Atividade Intermitente

Tabela 5 - Intensidade da atividade eletromiográfica, registrada nas porções proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, na fase de 180° a 225°, com o pé na posição normal, em inversão e eversão. Sem resistência (S/R) e com resistência de 2 kg (R).

Nº	Sexo	Normal		P.P. Inversão		Eversão		Normal		P.D. Inversão		Eversão	
		S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R
1	M		+	+	2+		+		±	±	±		±
2	M		2+	±	2+		2+		2+		+		+
3	M		2+	+	3+		2+	±	+	+	2+		+
4	M	++	2+	2+	2+		++	++	2+	+	2+		++
5	M	2+	3+	++	3+		2+	+	2+	++	2+		+
6	M	3+	3+	3+	4+		3+	2+	3+	3+	4+		2+
7	M	+	2+		+		2+	+	2+		+		+
8	M		+	+	3+		++		+	++	2+		
9	M	+	3+		+		2+	+	3+		2+		2+
10	M		3+		2+		2+		2+		+		+
11	M	+	3+		+	3+	4+	+	3+		4+	3+	4+
12	F		4+	3+	4+		3+		3+	2+	3+		2+
13	F				2+		2+				+		+
14	F		3+		2+		3+		4+		+		3+
15	F		3+	2+	3+		2+		3+	+	+		+
16	F	2+	3+	2+	3+	+	3+	+	2+	2+	2+	+	3+
17	F	+++	3+		2+		2+	+++	2+		+		+
18	F		3+		3+		2+		2+		2+		2+
19	F		3+		3+	++	4+		2+		+	++	3+
20	F		3+		2+		+		2+		2+		+
21	F	2+	2+	3+	2+	+	4+	2+	2+	2+	2+	+	3+
22	F	+	3+	3+	3+	2+	2+	+	2+	+	2+	+	2+

* Atividade intermitente

** Atividade inconsistente e inconstante

Tabela 6. Intensidade da atividade eletromiográfica, registrada nas porções; proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, na fase de 225° a 270°, com o pé na posição normal, em inversão e eversão. Sem resistência (S/R) e com resistência de 2 kg (R).

Nº	Sexo	P.P.						P.D.					
		Normal		Inversão		Eversão		Normal		Inversão		Eversão	
		S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R
1	M												
2	M				2+						+		
3	M		2+		3+		2+	±	+		2+		+
4	M	++	2+		2+		++	++	2+		2+		++
5	M		3+		++ 3+		2+		2+		++ 2+		+
6	M		3+	3+	4+		3+		3+	3+	4+		2+
7	M		2+				2+		2+				+
8	M		+				++		+				
9	M						2+						2+
10	M				2+		2+				+		+
11	M				+						4+		
12	F		4+	3+	4+		3+		3+	2+	3+		2+
13	F				2+		2+				+		+
14	F		3+		2+				4+		+		
15	F		3+	2+	3+				3+	+	+		
16	F	2+	3+		3+		3+	+	2+		2+		3+
17	F	+++	3+		2+		2+	+++	2+		+		+
18	F		3+						2+				
19	F				3+	++	4+				+	++	3+
20	F		3+		2+		+		2+		2+		+
21	F	2+	2+	3+	2+	+	4+	2+	2+	2+	2+	+	3+
22	F		3+	3+	3+		2+		2+	+	2+		2+

* Atividade intermitente

** Atividade inconsistente e inconstante

Tabela 7 - Intensidade da atividade eletromiográfica, registrada nas porções; proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, na fase de 270° a 315°, com o pé na posição normal, em inversão e eversão. Sem resistência (S/R) e com resistência de 2 kg (R).

Nº	Sexo	Normal		P.P. Inversão		Eversão		Normal		P.D. Inversão		Eversão	
		S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R	S/R	R
1	M												
2	M												
3	M							+					
4	M					++						++	
5	M												
6	M				4+						4+		
7	M												
8	M												
9	M												
10	M												
11	M				+						4+		
12	F		4+	3+	4+			3+	2+	3+			
13	F					2+						+	
14	F												
15	F												
16	F												
17	F												
18	F												
19	F												
20	F												
21	F					4+						3+	
22	F												

* Atividade intermitente

Tabela 8. Porcentagem dos sujeitos com atividade eletromiográfica nas porções proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior, nas oito graduações do ciclo de pedalação em bicicleta ergométrica; com o pé direito na posição normal sem resistência (N/SR); e com resistência de 2 kg (N/R); na posição de inversão sem resistência (I/SR) e com resistência de 2 kg (I/R); e na posição de eversão sem resistência (E/SR) e com resistência de 2 kg (E/R).

GRAUS	P.P.						P.D.					
	N/SR	N/R	I/SR	I/R	E/SR	E/R	N/SR	N/R	I/SR	I/R	E/SR	E/R
0 a 45°												
45 a 90°	9,08	9,08	13,62	13,62	4,54	9,08	9,08	9,08	13,62	13,62	4,54	9,08
90 a 135°	13,62	18,16	36,32	36,32	13,62	18,16	13,62	18,16	31,78	36,32	13,62	18,16
135 a 180°	40,86	81,72	54,48	95,34	22,70	49,94	45,40	81,72	49,94	95,34	22,70	49,94
180 a 225°	45,40	95,34	54,48	100,00	22,70	100,00	49,94	95,34	49,94	100,00	22,70	95,34
225 a 270°	18,16	68,10	27,24	77,18	9,08	72,64	22,70	68,10	27,24	77,18	9,08	68,10
270 a 315°		4,54	4,54	13,62		13,62	4,54	4,54	4,54	13,62		13,62
315 a 360°												

Tabela 9. Porcentagem dos sujeitos que mostraram atividade eletromiográfica, cujas intensidades foram mais frequentes. Nas porções proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior de 22 sujeitos (100%), nas oito graduações do ciclo de pedalção em bicicleta ergométrica; com o pé direito na posição normal sem resistência (N/SR); e com resistência de 2 kg (N/R); na posição de inversão sem resistência (I/SR), e com resistência de 2 kg (I/R); e na posição de eversão sem resistência (E/SR) e com resistência de 2 kg (E/R).

GRAUS	P.P.						P.D.					
	N/SR	N/R	I/SR	I/R	E/SR	E/R	N/SR	N/R	I/SR	I/R	E/SR	E/R
0 a 45°												
45 a 90°			3+						2+	2+		2+
			13,62						9,08	9,08		9,08
90 a 135°	+	3+	3+	3+		4+	+		+	2+	+	2+
	9,08	9,08	18,16	13,62		9,08	9,08		18,16	13,62	9,08	9,08
135 a 180°	+	3+	3+	2+	+	2+	+	2+	+	2+	+	3+
	22,70	49,94	18,16	36,32	13,62	18,16	31,78	49,94	27,24	45,40	18,16	18,16
180 a 225°	+	3+		2+	+	2+	+	2+	+	2+	+	+
	27,24	59,02		40,86	13,62	49,94	36,32	54,48	27,24	45,40	18,16	45,40
225 a 270°		3+	3+	2+		2+	+	2+	+	2+		+
		40,86	18,16	36,32		36,32	13,62	40,86	13,62	31,78		36,32
270 a 315°				4+						4+		+
				9,08						9,08		9,08
315 a 360°												

Gráfico 1 - Intensidade da atividade eletromiográfica, registrada nas porções: proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior em 22 sujeitos, durante a pedalação em bicicleta ergométrica, com o pé na posição normal, em inversão e eversão, sem resistência (S/R) e com resistência de 2 kg (R). Na fase de 45° a 90° do ciclo de pedalação.

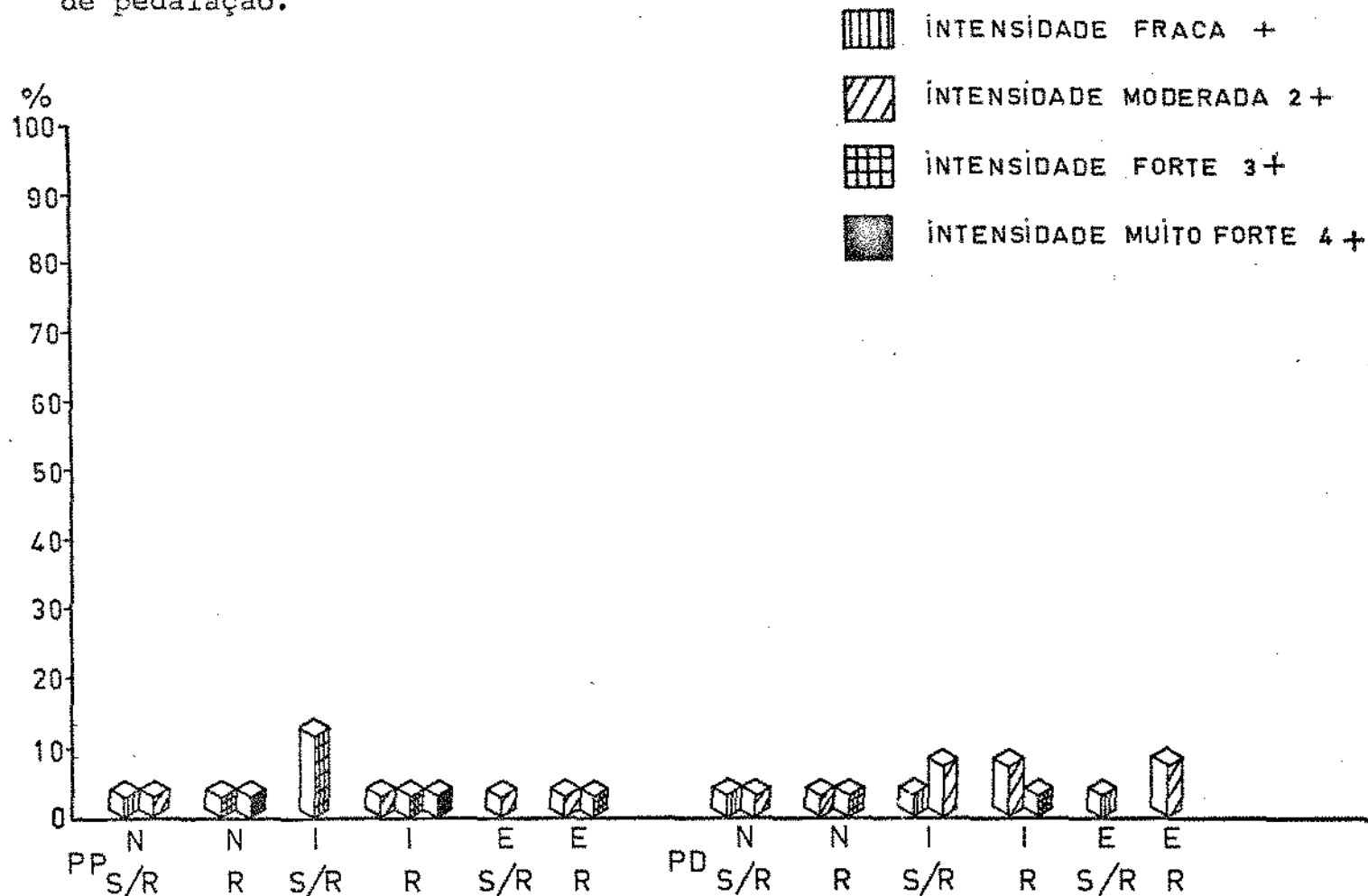


Gráfico 2 - Intensidade da atividade eletromiográfica, registrada nas porções: proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior em 22 sujeitos, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, com o pé na posição normal, em inversão e eversão, sem resistência (S/R) e com resistência de 2 kg (R). Na fase de 90° a 135° do ciclo de pedalção.

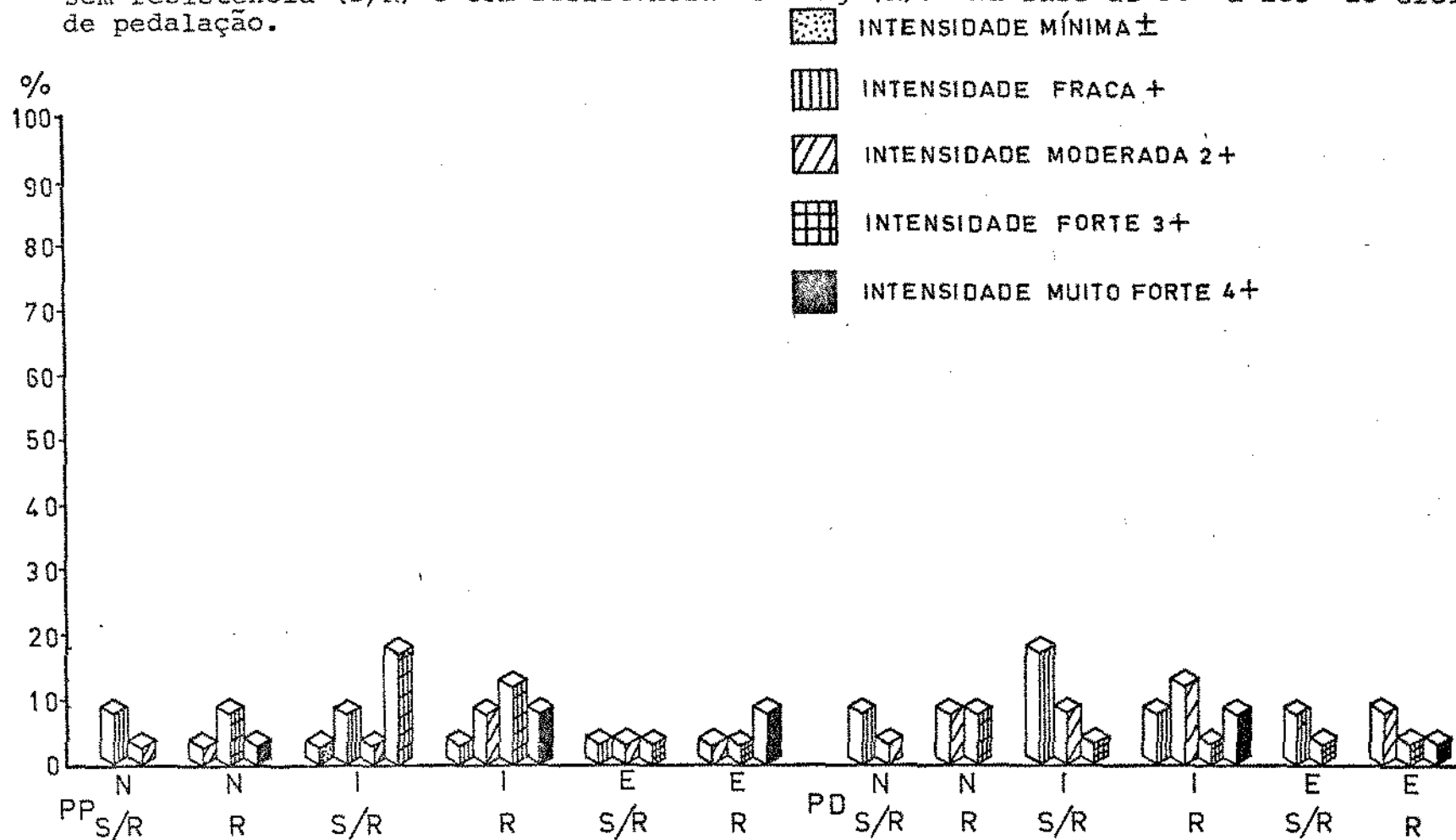


Gráfico 3 - Intensidade da atividade eletromiográfica, registrada nas porções: proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior em 22 sujeitos, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, com o pé na posição normal, em inversão e eversão, sem resistência (S/R) e com resistência de 2 kg (R). Na fase de 135° a 180° do ciclo de pedalção.

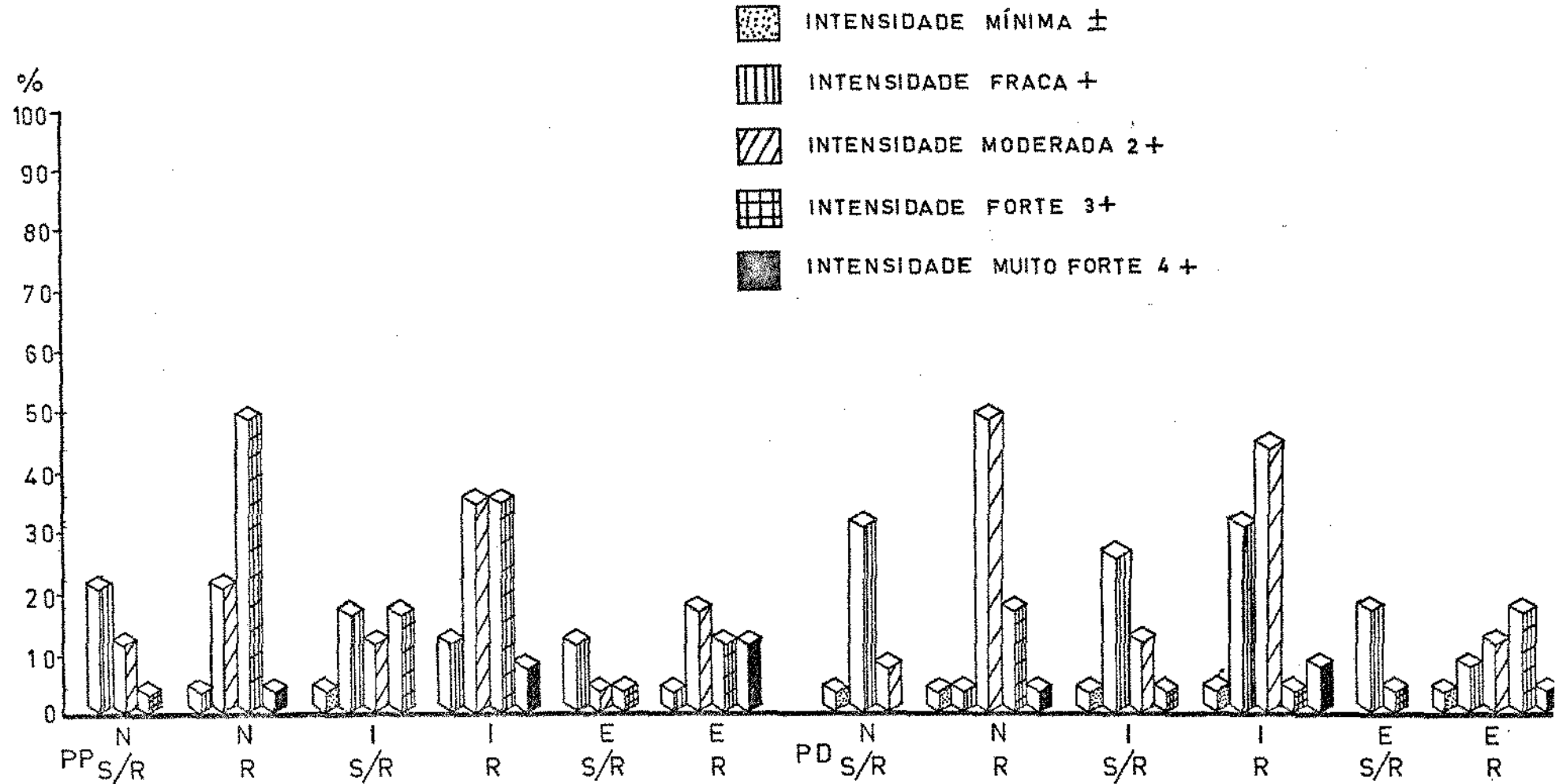


Gráfico 4 - Intensidade da atividade eletromiográfica, registrada nas porções: proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior em 22 sujeitos, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, com o pé na posição normal, em inversão e eversão, sem resistência (S/R) e com resistência de 2 kg (R). Na fase de 180° a 225° do ciclo de pedalção.

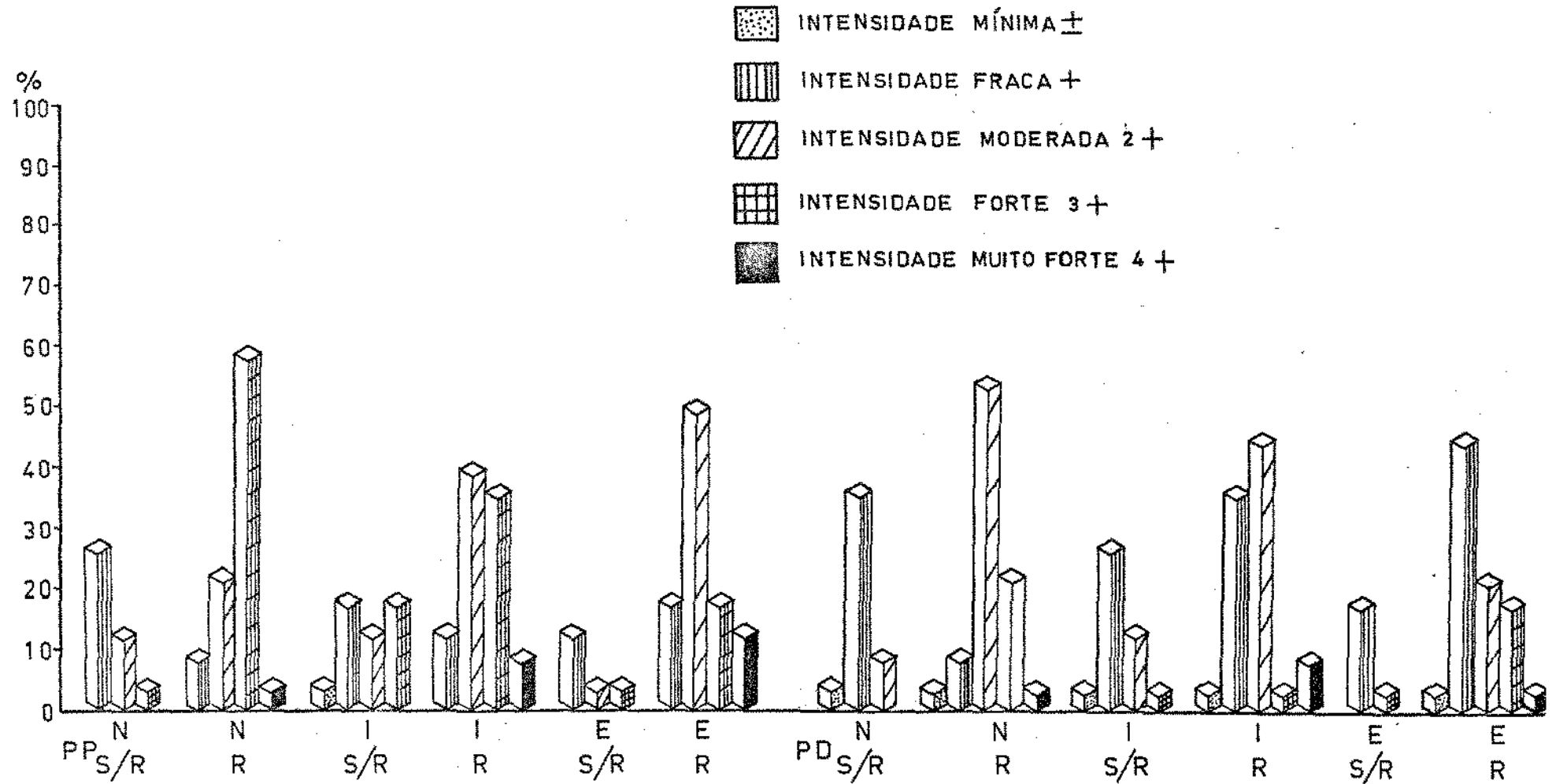


Gráfico 5 - Intensidade da atividade eletromiográfica, registrada nas porções: proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior em 22 sujeitos, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, com o pé na posição normal, em inversão e eversão, sem resistência (S/R) e com resistência de 2 kg (R). Na fase de 225° a 270° do ciclo de pedalção.

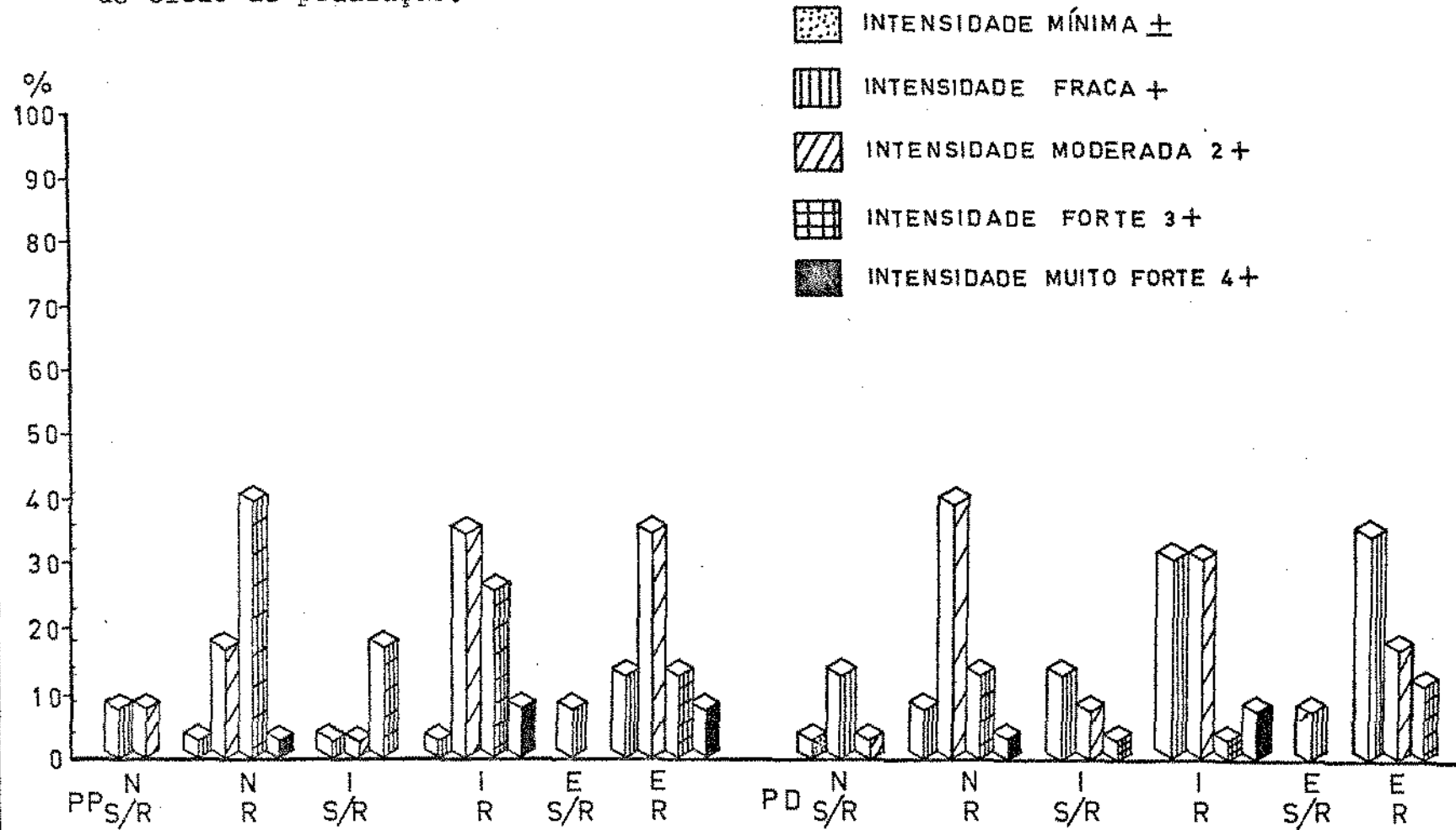
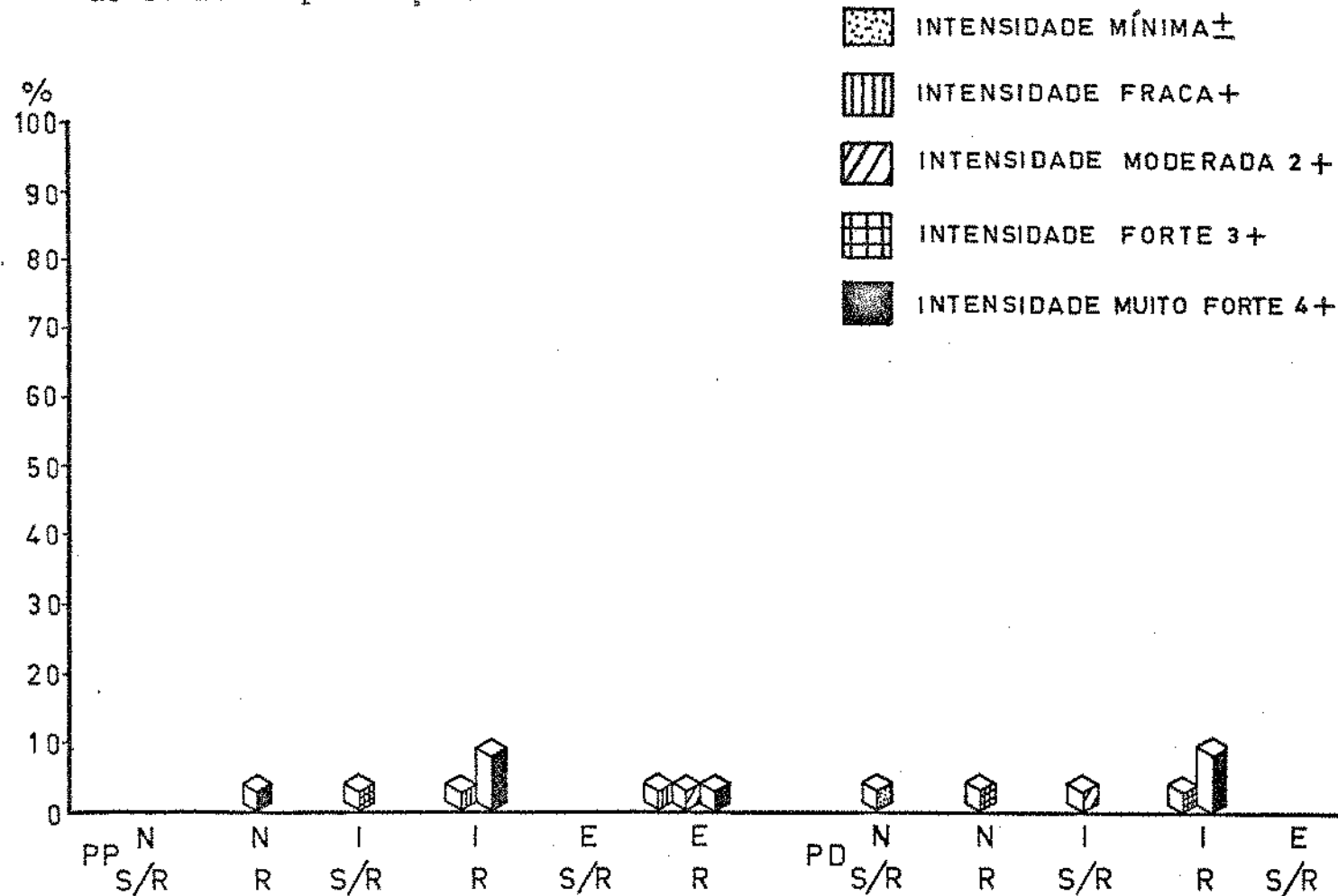


Gráfico 6 - Intensidade da atividade eletromiográfica, registrada nas porções: proximal (P.P.) e distal (P.D.) do músculo tibial anterior em 22 sujeitos, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, com o pé na posição normal, em inversão e eversão, sem resistência (S/R) e com resistência de 2 kg (R). Na fase de 270° a 315° do ciclo de pedalção.



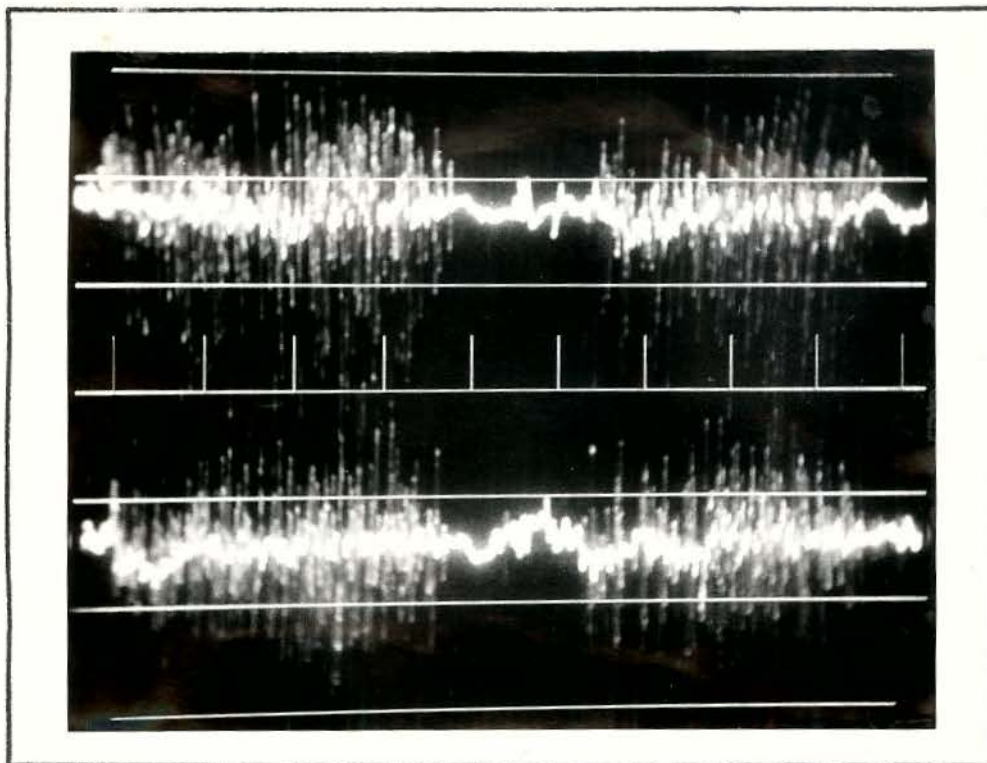


Fig. 8. Eletromiograma das porções proximal (canal superior) e distal (canal inferior) do músculo tibial anterior, durante a pedalação em bicicleta ergométrica, com o pé na posição normal sem resistência (N/SR). Graus de atividade: porção proximal (+), porção distal (+). Calibração 200 uV; Velocidade 370 ms/divisão.

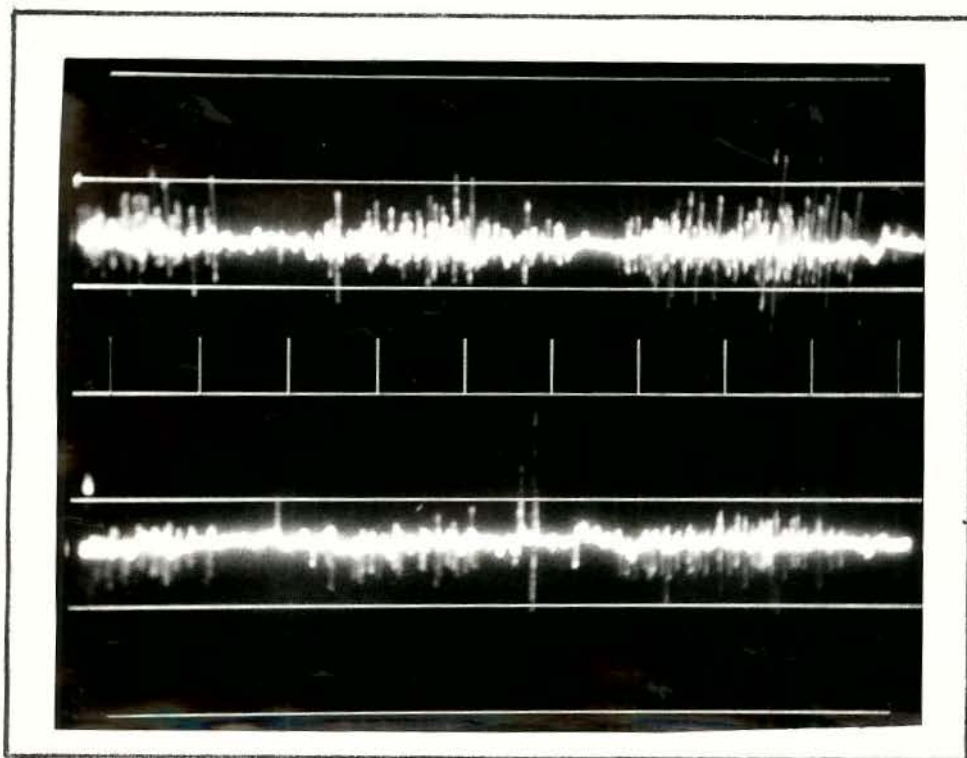


Fig. 9. Eletromiograma das porções proximal (canal superior) e distal (canal inferior) do músculo tibial anterior, durante a pedalação em bicicleta ergométrica, com o pé na posição normal com resistência de 2 kg (N/R). Graus de atividade: porção proximal (3+), porção distal (2+). Calibração 1.000 uV; Velocidade 370 ms/divisão.

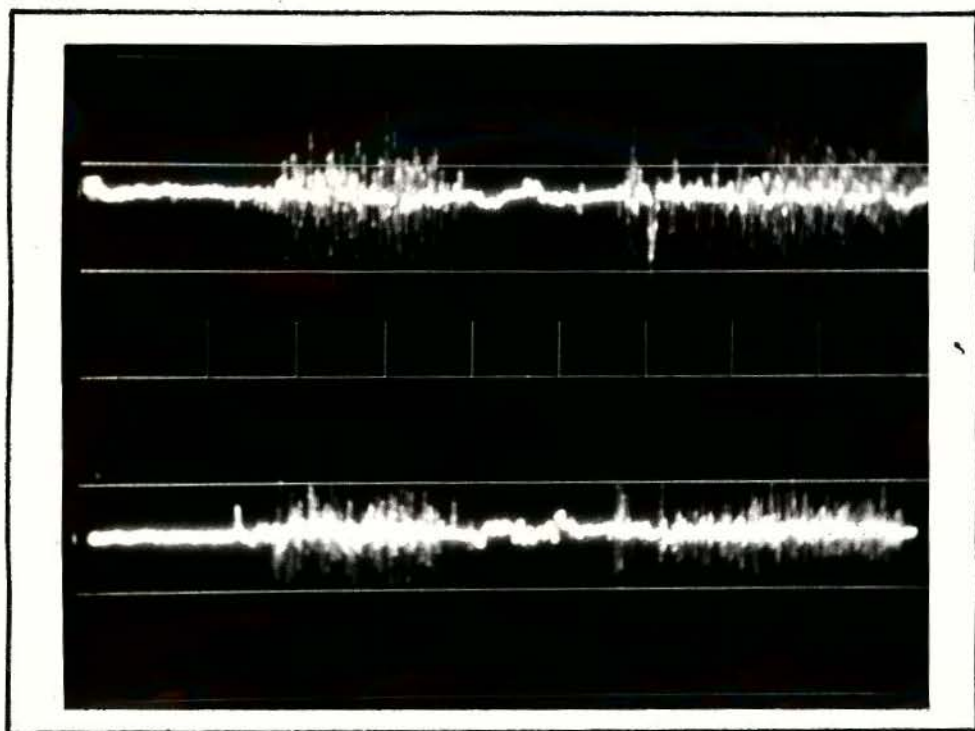


Fig. 10. Eletromiograma das porções proximal (canal superior) e distal (canal inferior) do músculo tibial anterior, durante a pedaladação em bicicleta ergométrica, com o pé na posição de inversão sem resistência (I/SR). Graus de atividade: porção proximal (3+), porção distal (+). Calibração 500 uV; Velocidade 370 ms/divisão.

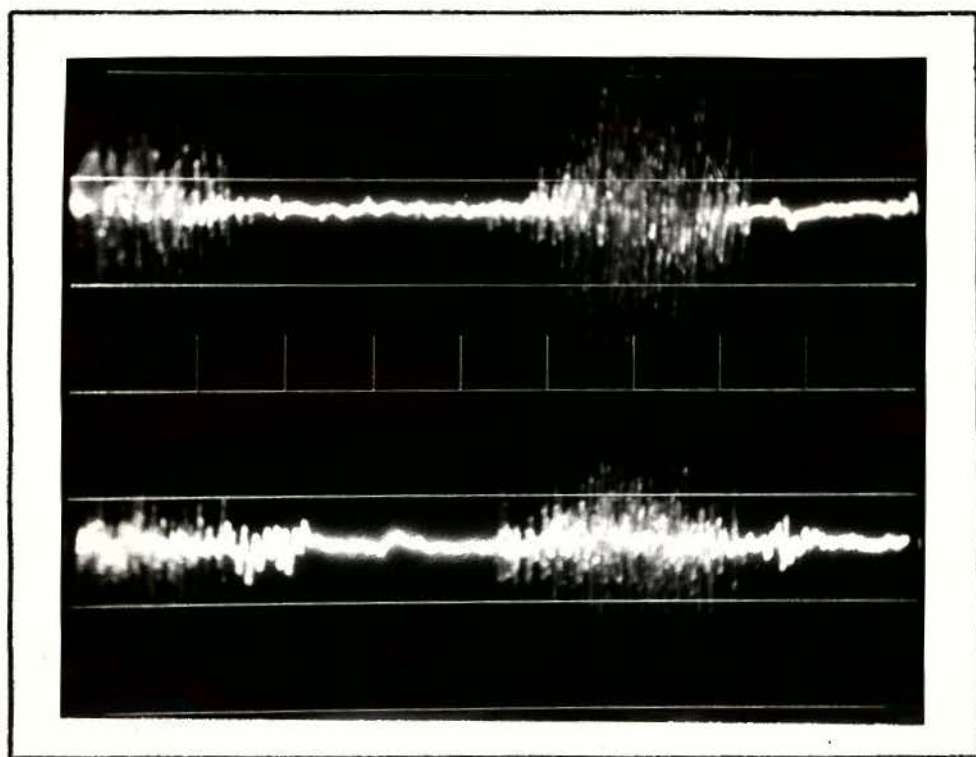


Fig. 11. Eletromiograma das porções proximal (canal superior) e distal (canal inferior) do músculo tibial anterior, durante a pedaladação em bicicleta ergométrica, com o pé na posição de inversão com resistência de 2 kg. (I/R). Graus de atividade: porção proximal (2+), porção distal (2+). Calibração 500 uV; Velocidade de 370 ms/divisão.

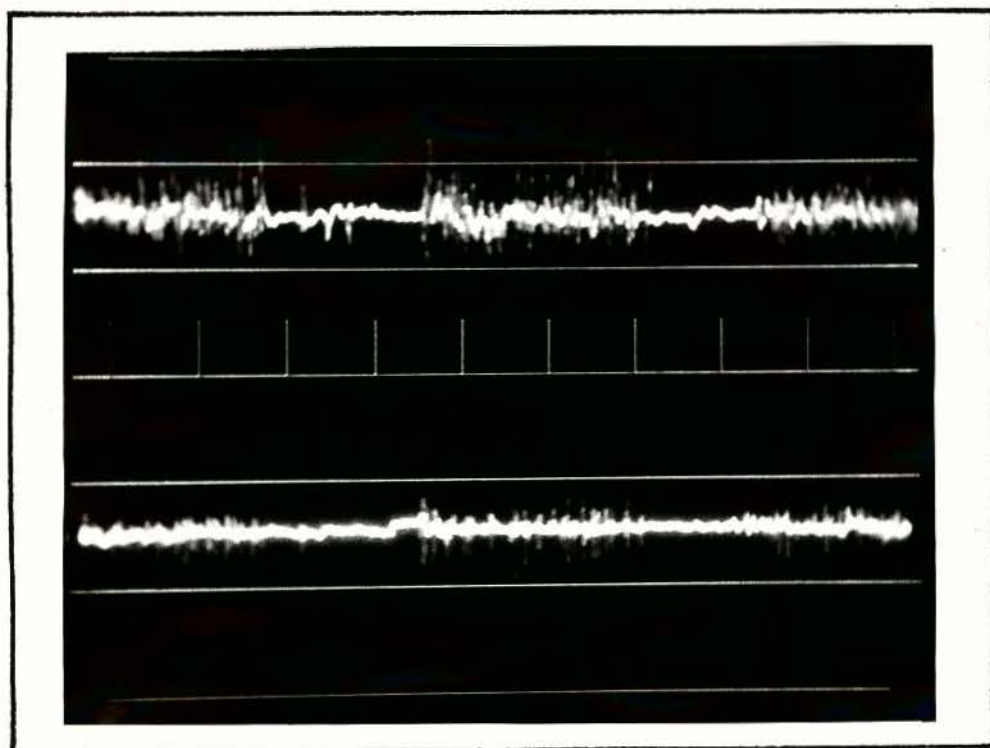


Fig. 12. Eletromiograma das porções proximal (canal superior) e distal (canal inferior) do músculo tibial anterior, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, com o pé na posição de eversão sem resistência (E/SR). Graus de atividade porção proximal (+), porção distal (+). Calibração 200 uV; Velocidade 370 ms/divisão.

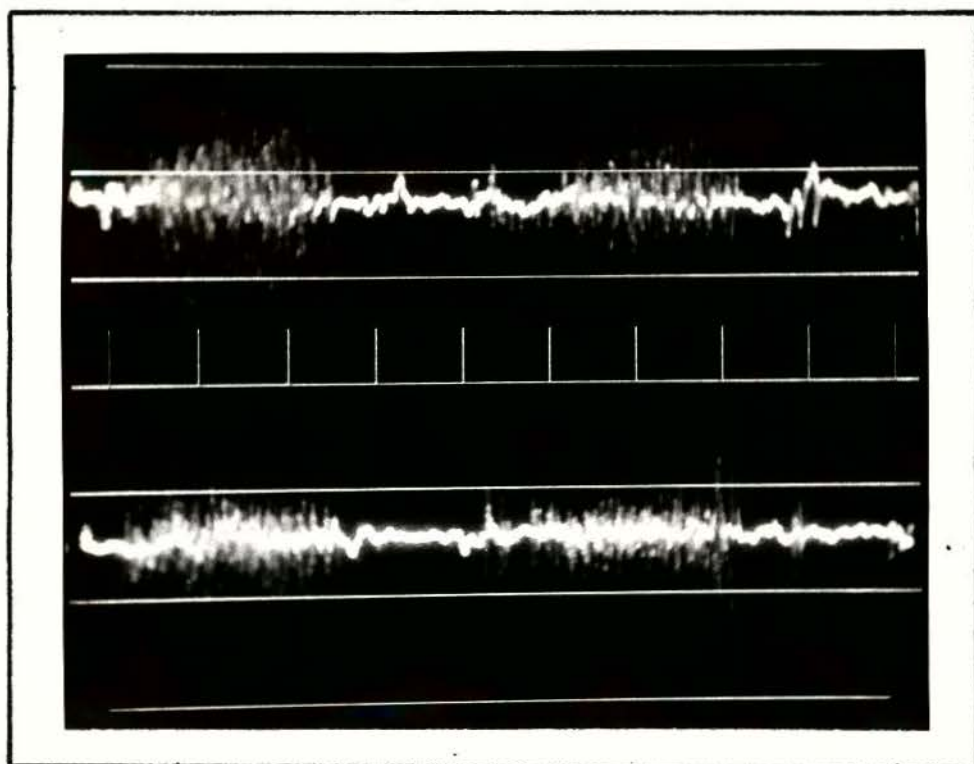


Fig. 13. Eletromiograma das porções proximal (canal superior) e distal (canal inferior) do músculo tibial anterior, durante a pedalção em bicicleta ergométrica, com o pé na posição de eversão com resistência de 2 kg. (E/R). Graus de atividade: porção proximal (2+) porção distal (+). Calibração 500 uV; Velocidade 370 ms/divisão.

D I S C U S S Ã O

Nossa discussão foi estruturada da seguinte maneira: inicialmente, analisaremos os resultados obtidos em cada graduação, discutindo em termos percentuais a frequência de indivíduos com atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, em sua porção proximal e distal, bem como as diferenças de atividade elétrica entre as duas porções do músculo tibial anterior. Serão analisadas, também, as intensidades mais frequentes verificadas em cada graduação.

Em seguida, dentro de cada graduação, correlacionaremos nossos resultados com os de HOUTZ & FISHER (1959), pois os referidos autores também analisaram a atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior durante a pedalação em bicicleta estacionária, sendo esse o único trabalho com tal objetivo, encontrado na literatura.

Tentaremos extrapolar os resultados obtidos em cada graduação, com o pé na posição normal, para a marcha, por existir, talvez, uma certa correlação entre o ciclo de pedalação e o da marcha WELLS (1971).

Finalmente, compararemos os resultados obtidos durante os movimentos de pedalação com o pé na posição normal sem e com resistência de 2 kg, com os outros movimentos de pedalação (inversão e eversão).

Alguns graus mostraram frequências semelhantes de voluntários, com atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, e sob este critério as oito graduações foram agrupadas para efeito de discussão. Assim, foram constituídos três agrupamentos, os quais foram denominados de "segmento":

- a) 1º segmento: compreende os graus de 135/180°

180/225° e 225/270°, nos quais o músculo tibial anterior foi ativo em uma maior frequência de indivíduos;

b) 2º segmento: reúne os graus de 45/90, 90/135 e 270/315; que apresentaram uma menor frequência de indivíduos com atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior;

c) 3º segmento: refere-se aos graus de 0/45 e 315/360, os quais apresentaram completa inatividade elétrica do músculo tibial anterior de todos os sujeitos testados.

A discussão obedecerá, também, à ordem pela qual os experimentos foram realizados, ou seja:

1º) movimento de pedalação com o pé na posição normal sem resistência (N/SR);

2º) movimento de pedalação com o pé na posição normal com resistência de 2 kg (N/R);

3º) movimento de pedalação com o pé em inversão sem resistência (I/SR);

4º) movimento de pedalação com o pé em inversão com resistência de 2 kg (I/R);

5º) movimento de pedalação com o pé em eversão sem resistência (E/SR);

6º) movimento de pedalação com o pé em eversão com resistência de 2 kg (E/R).

O primeiro movimento a ser analisado, portanto, é a pedalação com o pé na posição normal sem resistência (N/SR).

1º segmento (135/180°, 180/225° e 225/270° (Fig. 7, pág. 39):

N/SR - 135/180°, na porção proximal do músculo tibial anterior; 22,70% dos voluntários mostraram fraca atividade

de, 13,62% atividade moderada e 4,54% atividade forte. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 40,86% dos casos. Com relação à porção distal, constatamos que: 4,54% dos voluntários mostraram atividade mínima, 31,78% fraca atividade e 9,08% atividade moderada. Assim, o músculo tibial anterior mostrou-se ativo em 45,40% dos voluntários (Tabela 4, pág. 45, e Gráfico 3, pág. 53).

Observamos, portanto, que 4,54% dos voluntários apresentaram atividade elétrica do músculo tibial anterior apenas na porção distal, sendo esta de intensidade mínima. Esses resultados mostram, ainda, que, num maior número de voluntários, a atividade encontrada foi de fraca intensidade para ambas as porções do músculo tibial anterior, sugerindo, talvez, uma correlação funcional entre as duas porções (Tabelas 8 e 9, pág. 49 e 50).

Esses resultados divergem daqueles obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), os quais concluíram que o músculo tibial anterior é inativo neste momento da pedalção.

N/SR - 180/225° (Fig. 7, pág. 39): na porção proximal do músculo tibial anterior, 27,24% dos indivíduos mostraram fraca atividade, 13,62% atividade moderada e 4,54% forte atividade. Portanto, o músculo tibial anterior mostrou-se ativo em 45,40% dos indivíduos. Na porção distal, 4,54% dos voluntários mostraram atividade mínima, 36,32% fraca atividade e 9,08% atividade moderada. Dessa forma, o músculo tibial anterior foi ativo em 49,94% dos indivíduos (Tabela 5, pág. 46, e Gráfico 4, pág. 54).

Podemos notar que 4,54% dos indivíduos apresenta

ram atividade eletromiográfica apenas na porção distal do músculo tibial anterior, e esta atividade foi de intensidade mínima. Observamos, também, que em ambas as porções do músculo tibial anterior a atividade eletromiográfica de fraca intensidade foi detectada numa maior porcentagem dos indivíduos (Tabelas 8 e 9, pág. 49 e 50).

N/SR - 225/270^o (Fig. 7 , pág. 39): nestes graus, com relação à porção proximal do músculo tibial anterior, vimos que 9,08% dos indivíduos mostraram atividade moderada e, igual porcentagem apresentou fraca atividade. Com isto, 18,16% dos voluntários mostraram atividade do músculo tibial anterior. Na porção distal, 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade mínima, 4,54% fraca atividade e 13,62% moderada atividade. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 22,70% dos voluntários (Tabela 6, pág. 47, e Gráfico 5, pág. 55).

Nesta graduação, verificamos também que 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade elétrica do músculo tibial anterior apenas na sua porção proximal, sendo esta de intensidade mínima. Vimos, também, que numa maior porcentagem de indivíduos a atividade elétrica verificada na porção distal foi de fraca intensidade, enquanto na porção proximal houve equilíbrio entre as intensidades.

Durante o movimento de pedalação N/SR, os graus 180/225 e 225/270 representam o momento em que a perna direita desenvolve uma trajetória ascendente, e o quadril, joelho e tornozelo atingem a flexão máxima; e neste ponto HOUTZ & FISHER (1959) detectaram forte atividade do músculo tibial an

terior, resultados parcialmente confirmados em nossos estudos, porque a atividade média por nós encontrada foi de fraca a moderada intensidade.

Numa tentativa de extrapolação para a marcha, os graus de 135/180 e de 225/270 (Fig. 7, pág. 39), representam o início e o final da fase de balanço respectivamente, em que o músculo tibial anterior apresentou atividade eletromiografica, segundo HIRSCHBERG & NATHANSON (1952), SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), SUZUKI (1956), BATTYE & JOSEPH (1966), CARLSÖO (1966), JOSEPH & WATSON (1967), GRAY & BASMAJIAN (1968), JOSEPH (1968), FINLEY et al. (1969), WELLS (1971).

Notamos uma certa concordância entre esses resultados e os obtidos por nós, uma vez que, nos graus de 135/180, 40% dos indivíduos apresentaram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior; e, nos graus 180/225, aproximadamente 50% dos voluntários tiveram atividade eletromiográfica em ambas as porções do músculo tibial anterior. Com isso, tal vez, podemos sugerir uma correspondência da atividade eletromiográfica, registrada nos graus 135/180 e 225/270 do ciclo de pedalação com o início e final da fase de balanço da marcha.

Os graus de 225/270 correspondem ao ponto central da fase de balanço, em que, de acordo com os citados autores, o músculo tibial anterior apresentou atividade eletromiografica mínima ou completa inatividade, o que está de acordo com nossos resultados, nos quais apenas 18,16% dos indivíduos apresentaram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior para a porção proximal e 22,70% para a porção distal.

Acreditamos que esses dados do nosso trabalho se devem ao fato de que, neste momento do ciclo de pedalação, o pé não apresenta mais um elevado grau de dorsiflexão.

Ao final desta análise do 1º segmento, o qual reune os graus 135/180, 180/225 e 225/270 (Fig. 7, pág. 39), durante o movimento de pedalação N/SR, observamos que nestas três graduações ocorreu um relativo equilíbrio da frequência de sujeitos com atividade eletromiográfica na porção proximal e distal do músculo tibial anterior (Tabela 8, pág. 49). Com relação à intensidade desta atividade elêtrica, também pensamos ter ocorrido um certo equilíbrio, visto que, nos graus 135/180 e 180/225, a atividade eletromiográfica registrada foi de fraca intensidade para ambas as porções do músculo tibial anterior (Tabela 9, pág. 50).

Esses resultados nos fazem pensar numa possível correlação funcional entre as duas porções do músculo tibial anterior; porém, na literatura, vimos que KOLB (1937) afirma existirem diferenças do grau de contração entre as duas porções do músculo tibial anterior, pois durante sua contração se verifica uma elevação sob a pele da região proximal e uma depressão sob a pele da região distal. FENEIS (1935) afirma que a contração de todo músculo peniforme não se manifesta como um engrossamento uniforme da massa carnosa, mas sim como um deslocamento desta, da extremidade distal para a proximal.

Entendemos que esse movimento da massa muscular deveria resultar numa atividade eletromiográfica mais intensa na porção proximal. Todavia, nos movimentos de pedalação que apontaram este resultado (N/R, I/SR, E/R (Tabela 9, pág. 50).

Fig. 9, 10, 13), a diferença da intensidade entre as duas porções do músculo tibial anterior não nos pareceu significativa, sendo que, nos movimentos N/SR e E/SR, foi registrada atividade eletromiográfica de fraca intensidade para ambas as porções, e no movimento I/R esta foi de moderada intensidade para as duas porções do músculo tibial anterior.

Ao compararmos nossos resultados com os de KOLB (1937) e FENEIS (1935), ressaltamos que esses autores realizaram estudos anátomo-mecânicos. Enquanto que o nosso trabalho é de natureza eletromiográfica, o que nos proporciona parâmetros mais seguros,

2º segmento ($45/90^{\circ}$, $90/135^{\circ}$ e $270/315^{\circ}$) (Fig. 7, pág. 39):

N/SR - $45/90^{\circ}$, na porção proximal do músculo tibial anterior observamos que 4,54% dos indivíduos apresentaram fraca atividade e 4,54% atividade moderada. Com relação à porção distal, obtivemos o mesmo quadro da porção proximal. Portanto, em ambas as porções o músculo tibial anterior mostrou atividade eletromiográfica em apenas 9,08% dos voluntários (Tabela 2, pág. 43, e Gráfico 1, pág. 51).

Analisando nossos achados neste movimento (N/SR), no qual, dos 22 voluntários testados, apenas 2 apresentaram atividade elétrica do músculo tibial anterior, concluímos que estes se aproximam daqueles obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), uma vez que esses autores não encontraram atividade do referido músculo, no período do ciclo de pedalação correspondente aos graus $45/90$.

Tentando fazer uma correlação com a marcha, estes graus representam o final da fase de balanço e início da fase

de apoio, em que CARLSOO (1966) não detectou atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, coincidindo com nos nos resultados. Ao passo que outros autores diferem de nos nos achados, pois encontraram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior nesta fase da marcha, HIRSCHBERG & NATHANSON (1952), SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), BATTYE & JOSEPH (1966), JOSEPH & WATSON (1967), GRAY & BASMAJIAN (1968), JOSEPH (1968), FINLEY et al. (1969), WELLS (1971).

Portanto, parece-nos que não há correspondência fun cional entre este momento do ciclo de pedalação, ou seja, quando o pedal direito desenvolve uma trajetória descendente, e o final da fase de balanço da marcha.

Aos 90° do ciclo de pedalação, a perna direita es tã totalmente estendida, podendo ser comparada à sua posição durante a manutenção da postura ereta, excetuando-se, é cla ro, a diferença entre a sustentação do peso corporal que exis te entre as duas posições.

Alguns autores, JOSEPH & NIGHTINGALE (1952), JOSEPH, NIGHTINGALE & WILLIAMS (1955), JOSEPH & NIGHTINGALE (1956), SUZUKI (1956), O'CONNELL (1958), BASMAJIAN & STECKO (1963), CARLSOO (1964), CARLSOO (1966) não encontraram atividade ele tromiográfica do músculo tibial anterior, durante a manuten ção da postura ereta. BASMAJIAN & BENTZON (1954) verifica ram que aproximadamente metade dos 17 homens estudados e 4 das 16 mulheres não apresentaram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior na referida posição, com os pés des calços. NAPONIELLO (1957) encontrou atividade intermitente do músculo tibial anterior em alguns dos 16 sujeitos testados.

GRAY (1969) estudou o músculo tibial anterior em 6 sujeitos com o pé normal, e desses apenas um apresentou atividade elétrica, sendo esta de moderada intensidade.

Notamos uma certa contradição na literatura, no que se refere à participação do músculo tibial anterior na manutenção da postura ereta. Na comparação que traçamos entre a postura ereta e os 90° do ciclo de pedalação, nossos resultados mostram que dos 22 sujeitos testados, apenas 2 apresentaram atividade elétrica, sendo esta de fraca e moderada intensidade. Isso nos leva a pensar que a participação do músculo tibial anterior na manutenção da postura ereta não é significativa, e que a atividade encontrada nesses 2 sujeitos deve estar relacionada com o modo de pedalação.

N/SR - 90/135°, na posição proximal do músculo tibial anterior notamos que 9,08% dos sujeitos apresentaram atividade fraca, enquanto 4,54% apresentaram atividade moderada. Idêntico resultado se verificou na porção distal. Dessa forma, tanto para a porção proximal como para a distal o músculo tibial anterior se mostrou ativo em 13,62% dos indivíduos (Tabela 3, pág. 44, e Gráfico 2, pág. 52).

Essa graduação corresponde ao momento em que o membro inferior, estando totalmente estendido, começa a ser flexionado no tornozelo, joelho e quadril. Nesta posição HOUTZ & FISHER (1959) não encontraram atividade do músculo tibial anterior, diferindo, portanto, dos nossos achados.

Com relação à marcha, esses graus (90/135) podem, talvez, ser comparados com o início da fase de balanço, quando o pé começa a deixar o solo. Neste período, segundo HIRS

CHEBERG & NATHANSON (1952), SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), SUZUKI (1956), BATTYE & JOSEPH (1966), CARLSOO (1966), JOSEPH & WATSON (1967), GRAY & BASMAJIAN (1968), JOSEPH (1968) e WELLS (1971), o músculo tibial anterior se mostrou ativo, o que está em desacordo com os nossos resultados. A baixa frequência de atividade eletromiográfica verificada no músculo tibial anterior nos graus 90/135 do nosso trabalho, acreditamos ser devida ao baixo grau de dorsiflexão do pé, ao contrário do alto grau que ocorre no início da marcha.

Nossos resultados são perfeitamente coerentes com os de FINLEY et al. (1969), os quais obtiveram fraca atividade de do músculo tibial anterior, nesta fase da marcha. Devido a estas diferenças de resultados, pensamos não haver relação, em termos de atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, entre os graus 90/135 do ciclo de pedalção e o início da fase de balanço da marcha.

N/SR - 270/315° (Fig. 7, pág. 39): na porção proximal, o músculo tibial anterior foi totalmente inativo, enquanto, na porção distal, se registrou atividade mínima em apenas 4,54% dos casos (Tabela 7, pág. 39, e Gráfico 6, pág. 56).

Esses resultados são incompatíveis com aqueles obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), os quais verificaram forte atividade do músculo tibial anterior no período do ciclo de pedalção, que corresponde à faixa dos 270 aos 315° do nosso trabalho. Na tentativa de explicar esta discrepância, observamos algumas diferenças na metodologia dos dois trabalhos. Os referidos autores utilizaram eletrodos de superfície, e os sujeitos pedalaram com os pés calçados, enquanto em nosso

trabalho utilizamos eletrodos de agulha, e os sujeitos pedalaram com uma sandália especialmente confeccionado por nós. Lembramos, ainda, que HOUTZ & FISHER (1959) testaram apenas 3 sujeitos, e nós 22. Pensamos que a atividade do músculo tibial anterior, nesse momento da pedalação, não seja realmente significativa, porque em todos os seis movimentos de pedalação (N/SR, N/R, I/SR, I/R, E/SR, E/R) a participação do referido músculo variou de 1 a 3 sujeitos no máximo.

Numa tentativa de comparação com a marcha, estes graus correspondem ao ponto em que o membro da fase de balanço, inicia seu trajeto descendente, momento este em que SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), BATTYE & JOSEPH (1966), CARLSOO (1966) não detectaram atividade do músculo tibial anterior, enquanto HIRSCHBERG & NATHANSON (1952), SUZUKI (1956), JOSEPH & WATSON (1967), GRAY & BASMAJIAN (1968), JOSEPH (1968), FINLEY et al. (1969) e WELLS (1971) encontraram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, diferindo dos nossos resultados.

A atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior neste momento da marcha, é explicada pela necessidade de o músculo atuar, a fim de controlar a descida e o contato do pé com o solo. Durante a pedalação na bicicleta ergométrica, o pé do voluntário estava apoiado no pedal, fato este que pensamos explicar a inatividade do músculo tibial anterior.

Ao final da discussão deste 2º segmento, o qual compreende os graus 45/90, 90/135 e 270/315 (Fig. 7, pág.39), observamos novamente um certo equilíbrio entre a frequência de sujeitos com atividade eletromiográfica na porção proximal

e distal do músculo tibial anterior; e, quando houve variação, esta foi de apenas 4,54% (Tabela 8, pág. 49). A intensidade dessa atividade eletromiográfica também se mostrou equilibrada, apresentando um pequeno grau de variação entre as duas porções do músculo tibial anterior, durante o movimento de pedalação N/SR (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50).

Ao analisarmos esses dados, fica-nos a impressão, uma vez mais, de uma possível correlação funcional entre as porções proximal e distal do músculo tibial anterior, apesar de KOLB (1937) ter evidenciado que a contração do músculo tibial anterior é mais intensa na sua porção proximal, e FENEIS (1935) ter mostrado que, no caso de todo músculo peniforme, durante sua contração a massa muscular se desloca para a porção proximal.

Com isso, talvez devesse ocorrer atividade elétrica com maior intensidade, na porção proximal do músculo, mas tal fato não ocorreu significativamente.

Após essa comparação de resultados, lembramos que estes autores realizaram trabalhos anátomo-mecânicos, ao passo que o nosso é um trabalho eletromiográfico, e sendo a eletromiografia um método de maior precisão, pensamos numa possível correlação funcional entre as porções proximal e distal.

Os resultados que acabamos de analisar, os quais foram registrados nos graus 45/90, 90/135 e 270/315 (Fig. 7, pág. 39) durante o movimento de pedalação N/SR, podem ser extrapolados para todos os outros movimentos de pedalação (N/R, I/SR, I/R, E/SR e E/R), pois estes também mostraram um certo equilíbrio da atividade eletromiográfica, registrada na por

ção proximal e distal do músculo tibial anterior (Tabelas 8 e 9, pág. 49 e 50).

3º segmento ($0/45^{\circ}$ e $315/360^{\circ}$) (Fig. 7, pág. 39) :

Nesta graduação, o músculo tibial anterior foi completamente inativo em ambas as porções, proximal e distal. Esses resultados são totalmente discordantes daqueles obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), os quais verificaram forte atividade ao nível dos 315° , e fraca atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior ao nível dos 360° do ciclo de pedalação, enquanto que, nos graus de $0/45$, os referidos autores também não detectaram atividade elétrica do referido músculo.

Nos graus de $0/45$ e $315/360$, durante o movimento N/SR, a perna direita que tem os eletrodos implantados no músculo tibial anterior, descreve uma trajetória descendente que pode ser comparada à parte central do movimento de desaceleração da marcha, segundo GRAY & BASMAJIAN (1968). Neste momento da marcha, HIRSCHBERG & NATHANSON (1952), SUZUKI (1956), JOSEPH & WATSON (1967), GRAY & BASMAJIAN (1968), JOSEPH (1968), FINLEY et al. (1969) e WELLS (1971) contrariamente aos nossos resultados encontraram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, sendo que SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), BATTYE & JOSEPH (1966) e CARLSOO (1966) obtiveram resultados semelhantes aos nossos, pois consideraram o músculo tibial anterior inativo nessa fase da marcha. Os resultados que obtivemos nos graus $0/45$ e $315/360$ (Fig. 7, pág. 39), ou seja, inatividade eletromiográfica do músculo tibial anterior em 100% dos voluntários, foram registrados em todos os movimentos de pedalação (N/SR, N/R, I/SR, I/R, E/SR,

E/R). Por isso, a discussão desenvolvida no movimento de pe
dalação com o pé normal sem resistência pode ser estendida para
os outros cinco movimentos.

Após a análise da bibliografia, notamos que, segundo
SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), BATTYE & JOSEPH
(1966), GRAY & BASMAJIAN (1968), WELLS (1971), o m^úsculo ti
bial anterior apresenta duas fases distintas de atividade eletr
omiográfica. A primeira ocorre no momento em que o pé vai
sair do solo (início da fase de balanço) e a segunda no momento
em que o pé vai tocar o solo (final da fase de balanço).

Após compararmos estes dados da marcha com a ativida
de eletromiográfica do m^úsculo tibial anterior, durante a
pedalação em bicicleta ergométrica, com o pé na posição normal
sem resistência, verificamos que o primeiro pico de potencial
elétrico do m^úsculo tibial anterior, na marcha, corresponde
aproximadamente aos graus 90/135 do ciclo de pedalação,
em que apenas 13,62% dos indivíduos apresentaram potenciais
elétricos do referido m^úsculo, sendo estes de fraca intensidade
em ambas as porções. Estes resultados por nós obtidos talvez
possam ser explicados pelo fato de que, durante a pedalação,
ocorre uma dorsiflexão do pé, em menor grau do que aquele
verificada na marcha.

O segundo pico de atividade eletromiográfica do
m^úsculo tibial anterior na marcha ocorre no momento em que o
pé da fase de balanço vai tocar o solo. Esta atividade elétr
ica, segundo DUCHENNE (1949), WELLS (1971) e KENDALL,
KENDALL & WADSWORTH (1974) é explicada pelo fato de que a descida
do pé ao solo tem de ser controlada, para que o calcada

nhar atinja primeiro o chão. Esta fase da marcha corresponde aproximadamente aos graus de 45/90 do ciclo de pedalação, em que vimos atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior em apenas 9,08% dos voluntários, com intensidade fraca e moderada para ambas as porções do citado músculo. A explicação para esses resultados pensamos estar no fato de que, ao contrário do que ocorre na marcha, onde é necessária a participação do músculo tibial anterior para coordenar a descida do pé, na pedalação o movimento ocorre com o pé apoiado no pedal, o que não exige muita atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior.

Nas graduações 135/180 e 180/225, o referido músculo apresentou atividade elétrica significativa, e pensamos que esta talvez esteja relacionada com o alto grau de dorsiflexão realizado pelo pé durante tais graduações. Os graus 135/180 e 180/225 correspondem à parte central da fase de balanço ("swing-phase"), em que SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), BATTYE & JOSEPH (1966), GRAY & BASMAJIAN (1968) e WELLS (1971) diferiram dos nossos resultados pois não encontraram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, ao passo que SUZUKI (1956) e FINLEY et al. (1969) detectaram atividade elétrica do referido músculo, o que está de acordo com nossos achados.

Do que foi exposto para a pedalação com o pé na posição normal sem resistência (N/SR) verificamos que:

1º) a graduação de 180/225 foi a que apresentou maior frequência de indivíduos com atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior. Talvez a explicação para esses

dados, seja o fato de que nesta graduação, o membro inferior direito atinge sua máxima flexão ao nível do quadril, joelho e tornozelo;

29) a atividade eletromiográfica de fraca intensidade foi registrada com mais frequência, tanto na porção proximal como na porção distal do músculo tibial anterior (Fig. 8, pág. 57). Este resultado nos dá a idéia de uma possível correlação funcional entre as duas porções, ao contrário do que afirmam FENEIS (1935) e KOLB (1937);

39) ocorreu equilíbrio entre a frequência de voluntários com atividade eletromiográfica na porção proximal e distal do músculo tibial anterior. Nos graus em que houve diferença da atividade elétrica, esta foi de apenas 4,54%. Como já discutimos, estes dados nos sugerem uma possível correlação funcional entre a porção proximal e distal do músculo tibial anterior (Tabelas 8 e 9, pág. 49 e 50).

O segundo movimento a ser analisado é a pedalação com o pé normal e com resistência de 2 kg (N/R).

1º segmento ($135/180^{\circ}$, $180/225^{\circ}$ e $225/270^{\circ}$) (Fig. 7, pág. 39):

N/R - $135/180^{\circ}$: na porção proximal do músculo tibial anterior, 4,54% dos voluntários mostraram fraca atividade; 22,70%, atividade moderada; 49,94%, forte atividade e 4,54%, apresentou atividade muito forte. Com isso, o músculo tibial anterior foi ativo em 81,72% dos indivíduos. Na porção distal, 4,54% dos indivíduos mostraram atividade mínima; igual percentagem apresentou fraca atividade; 49,94% dos voluntários apresentaram atividade moderada; 18,16%, forte ati

vidade; e, finalmente, 4,54% dos voluntários registraram atividade muito forte. Dessa forma, o músculo tibial anterior mostrou-se ativo em 81,72% dos indivíduos (Tabela 4, pág. 45, e Gráfico 3, pág. 53).

Verificamos, assim, que ambas as porções do músculo tibial anterior apresentaram o mesmo percentual de atividade eletromiográfica, ou seja, 81,72% dos voluntários, sendo que a atividade elétrica mais freqüente na porção proximal foi de forte intensidade, enquanto na porção distal esta foi de moderada intensidade (Tabelas 8 e 9, pág. 49 e 50).

Confrontando-se os resultados obtidos durante a pedalção com o pé normal, sem resistência e com resistência de 2 kg, notamos que no segundo movimento o músculo tibial anterior, tanto na porção proximal como na distal, foi ativo num maior número de voluntários, e a atividade eletromiográfica foi mais intensa também. Essa maior atividade do músculo tibial anterior, durante o movimento N/R, está de acordo com os resultados de HOUTZ & FISHER (1959); porém, neste momento do ciclo de pedalção, 135/180, quando a perna direita inicia sua trajetória ascendente, tais autores não detectaram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, diferindo dos nossos resultados, uma vez que encontramos atividade elétrica do músculo tibial anterior numa grande percentagem de indivíduos. Isso pode ser explicado, talvez, pelo grau de dorsiflexão que o pé direito atinge nesse momento da pedalção.

N/R - 180/225° (Fig. 7, pág. 39): na porção proximal do músculo tibial anterior, 9,08% dos indivíduos apresen

taram fraca atividade; 22,70%, moderada atividade; 59,02%, atividade elétrica forte; e 4,54%, atividade muito forte. Com isso, o músculo tibial anterior mostrou-se ativo em 95,34% dos voluntários. Na porção distal, 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade mínima; 9,08%, atividade fraca; 54,48%, atividade moderada; 22,70%, forte atividade; e 4,54%, atividade muito forte. Assim, o músculo tibial anterior foi ativo em 95,34% dos indivíduos (Tabela 5, pág. 46, e Gráfico 4, pág. 54).

Vimos, assim, que em ambas as porções, o músculo tibial anterior mostrou atividade eletromiográfica em 95,34% dos voluntários. Na porção proximal do músculo tibial anterior, verificamos que a atividade eletromiográfica mais frequente foi de forte intensidade. Na porção distal, esta foi de moderada intensidade (Tabelas 8 e 9, pág. 49 e 50).

N/R - 225/270° (Fig. 7, pág. 39): na porção proximal do músculo tibial anterior, 4,54% dos indivíduos apresentaram fraca atividade; 18,16%, atividade moderada; 40,86%, atividade forte; e 4,54%, atividade muito forte. Dessa forma o músculo tibial anterior mostrou-se ativo em 68,10% dos indivíduos. Na porção distal, 9,08% dos voluntários mostraram fraca atividade; 40,86%, atividade moderada; 13,62%, forte atividade; e 4,54%, atividade muito forte. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 68,10% dos voluntários (Tabela 6, pág. 47, e Gráfico 5, pág. 55). Notamos, portanto, um equilíbrio na percentagem de indivíduos com atividade eletromiográfica nas duas porções do músculo tibial anterior, sendo ela de 68,10%. Para a porção proximal, a atividade ele

tromiográfica obtida com mais freqüência foi de forte intensidade; e para a porção distal, foi de moderada intensidade (Tabelas 8 e 9, pág. 49 e 50).

Durante as graduações 180/225 e 225/270, no movimento N/R, a perna direita desenvolve uma trajetória ascendente, estando posicionada num plano posterior e superior à perna esquerda. Nesse momento da pedalação, HOUTZ & FISHER (1959) detectaram atividade eletromiográfica de forte intensidade, o que está de acordo com nossos resultados.

Ao final da análise dos resultados do primeiro movimento de pedalação N/SR, comparamos o ciclo de pedalação com a marcha. Os resultados obtidos neste segundo tipo de movimento de pedalação, N/R, estão muito próximos daqueles verificados no primeiro movimento (N/SR), com relação aos graus 45/90 e 270/315, além da completa inatividade elétrica do músculo tibial anterior, verificada nos graus 0/45 e 315/360.

Quanto aos graus 135/180, os quais representam o início da fase de balanço da marcha, verificamos que SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), SUZUKI (1956), BATTYE & JOSEPH (1966), GRAY & BASMAJIAN (1968), FINLEY et al. (1969), WELLS (1971) atribuem atividade eletromiográfica para o músculo tibial anterior neste período da marcha, o que está de acordo com os nossos resultados, nos quais 81,72% dos voluntários apresentaram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, sendo que a porção proximal apresentou atividade elétrica de forte intensidade, numa maior porcentagem de indivíduos, enquanto para a porção distal essa atividade eletromiográfica mais freqüente foi de moderada intensidade.

Nos graus 180/225 do movimento N/R, ao tentarmos extrapolar nossos resultados para a marcha, verificamos que essa graduação corresponde à parte central da fase de balanço SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), SUZUKI (1956), BATTYE & JOSEPH (1966), GRAY & BASMAJIAN (1968), FINLEY et al. (1969) e WELLS (1971) não registraram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, o que está em desacordo com nossos resultados, pois observamos que 95,34% dos indivíduos mostraram atividade elétrica do músculo tibial anterior, sendo que as intensidades mais frequentes foram forte para a porção proximal e moderada para a porção distal. Pensamos estar tais resultados relacionados com o alto grau de dorsiflexão que o pé realiza para superar a resistência de 2 kg, aplicada nesse movimento.

Nos graus de 225/270 do movimento N/R, quando tentamos compará-los com a marcha, observamos que há coincidência, com a parte central da fase de balanço SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), SUZUKI (1956), BATTYE & JOSEPH (1966), GRAY & BASMAJIAN (1968), FINLEY et al. (1969) e WELLS (1971) encontraram atividade elétrica do músculo tibial anterior. Notamos que nossos resultados estão de acordo com os citados autores, conforme acabamos de analisar. Verificamos ainda que, nestes graus 135/180, 180/225 e 225/270, ocorreu uma maior atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior durante o movimento de pedalação com o pé na posição normal e com carga de 2 kg (N/R).

2º segmento (45/90°, 90/135° e 270/315°) (Fig. 7, pág. 39).

N/R - 45/90°:na porção proximal do músculo tibial anterior, 4,54% dos indivíduos demonstraram atividade forte e 4,54% atividade muito forte. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 9,08% dos voluntários. Na porção distal, 4,54% dos indivíduos mostraram atividade moderada e 4,54% forte atividade. Assim, o músculo tibial anterior apresentou atividade elétrica em 9,08% dos voluntários (Tabela 2, pág.43, e Gráfico 1, pág. 51).

Nossos achados estão de acordo com os de HOUTZ & FISHER (1959), os quais não encontraram atividade elétrica do músculo tibial anterior nessa etapa do ciclo de pedalação, ou seja, no momento em que as articulações do membro inferior direito estão num elevado grau de extensão. Observamos também pela (Tabela 8, pág.49, e Gráfico 1, pág. 51), que a diferença dos resultados obtidos nestes graus entre o movimento N/SR e o N/R não foi significativa.

Estes graus, 45/90, representam o momento no qual o pedal direito, está no final de sua trajetória descendente. Numa tentativa de comparação com a marcha, este momento do ciclo de pedalação corresponde ao final da fase de balanço e início da fase de apoio, em que HIRSCHBERG & NATHANSON (1952), SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), SUZUKI (1956), BATTYE & JOSEPH (1966), JOSEPH & WATSON (1967), GRAY & BASMAJIAN (1968), JOSEPH (1968), FINLEY et al. (1969) e WELLS (1971) detectaram atividade elétrica do músculo tibial anterior. Portanto, nossos resultados estão em desacordo com os autores acima citados, e concordam com CARLSOO (1966), o qual não encontrou atividade eletromiográfica do músculo tibial an

terior nesta fase da marcha.

N/R - 90/135° (Fig. 7, pág. 39): na porção proximal do músculo tibial anterior, verificamos que 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade moderada; 9,08% forte atividade; e 4,54%, atividade muito forte. Com isso, o músculo tibial anterior foi ativo em 18,16% dos voluntários. No que se refere à porção distal, 9,08% dos indivíduos apresentaram atividade moderada e 9,08% atividade forte. Assim, o músculo tibial anterior foi ativo em 18,16% dos voluntários (Tabela 3, pág. 44, e Gráfico 2, pág. 52).

Vimos portanto que, o músculo tibial anterior apresentou atividade eletromiográfica em 18,16% dos voluntários para ambas as porções. Com relação a atividade elétrica obtida com mais frequência, esta foi de forte intensidade para as porções proximal e distal do músculo tibial anterior (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50).

A exemplo da graduação anterior, 45/90, estes resultados estão de acordo com os de HOUTZ & FISHER (1959), os quais não registraram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior nesta fase do ciclo de pedalção.

Numa tentativa de comparação com a marcha, observamos que a graduação 90/135 da pedalção, a qual representa o momento em que o pedal direito inicia sua trajetória ascendente, está associada com o início da fase de balanço da marcha, ou seja, quando o pé começa a sair do solo, e, segundo, HIRSCHBERG & NATHANSON (1952), SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), SUZUKI (1956), BATTYE & JOSEPH (1966), CARLSOO (1966), JOSEPH & WATSON (1967), GRAY & BASMAJIAN (1968), JOSEPH

(1968), FINLEY et al. (1969) e WELLS (1971), o músculo tibial anterior é ativo neste momento da marcha, o que está de acordo com os nossos resultados.

N/R - 270/315⁰ (Fig. 7 , pág. 39): na porção proximal do músculo tibial anterior, 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade eletromiográfica muito forte, enquanto na porção distal verificamos idêntico resultado (Tabela 7, pág. 48, e Gráfico 6, pág. 56).

Ao nível dos 270⁰, o pedal direito está no ponto mais alto do ciclo de pedalação e inicia seu trajeto descendente. Nossos resultados mostraram apenas 4,54% dos voluntários com atividade elétrica do músculo tibial anterior, ao contrário de HOUTZ & FISHER (1959), que encontraram forte atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior nos três indivíduos pesquisados.

Com relação à marcha, talvez pudéssemos associar estes graus, 270/315, à desaceleração da fase de balanço, GRAY & BASMAJIAN (1968), ou seja, ao momento em que o pé inicia seu movimento descendente; e, de acordo com HIRSCHBERG & NATHANSON (1952), SUZUKI (1956), JOSEPH & WATSON (1967), GRAY & BASMAJIAN (1968), JOSEPH (1968), FINLEY et al. (1969) e WELLS (1971), o músculo tibial anterior é ativo, estando em desacordo com nossos resultados, uma vez que detectamos atividade elétrica do referido músculo em apenas 4,54% dos voluntários. Esses resultados que obtivemos estão em concordância com os verificados por SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), BATTYE & JOSEPH (1966) e CARLSOO (1966), pois estes autores não registraram atividade eletromiográfica do músculo tibial

anterior nesta fase da marcha.

Dessa análise sobre a atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, durante o movimento de pedalação com o pé na posição normal com resistência de 2 kg (N/R), notamos que:

1º) a graduação de 180/225 foi a que apresentou maior frequência de voluntários com atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, o que talvez possa ser explicado, pelo fato de o pé direito estar dorsiflexionado;

2º) uma percentagem maior de indivíduos apresentou atividade elétrica de forte intensidade para a porção proximal, e moderada intensidade para a porção distal do músculo tibial anterior (Fig. 9, pág. 57). Essa atividade elétrica de maior intensidade, quando comparada com a obtida no movimento N/SR, deve-se provavelmente à carga de 2 kg que foi aplicada durante o movimento (N/R). A diferença da intensidade eletromiográfica registrada nas duas porções do músculo tibial anterior não nos pareceu significativa, a ponto de sugerir um maior grau de contração da porção proximal do músculo tibial anterior, como postulam FENEIS (1935) e KOLB (1937).

3º) as porções proximal e distal do músculo tibial anterior, mostraram atividade eletromiográfica, numa mesma percentagem de indivíduos (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50). O que nos sugerem uma possível correlação funcional entre as duas porções do músculo tibial anterior.

O terceiro movimento pesquisado foi a pedalação com o pé em inversão sem resistência (I/SR).

1º segmento (135/180°, 180/225° e 225/270°) (Fig. 7 ,

pág. 39).

I/SR - 135/180°: na porção proximal do músculo ti
bial anterior, observamos que 4,54% dos indivíduos apresenta
ram atividade elétrica mínima; 18,16%, atividade fraca;
13,62%, moderada atividade; enquanto 18,16% dos voluntários
apresentaram forte atividade. Assim, o músculo tibial ante
rior foi ativo em 54,48% dos voluntários. Quanto à porção
distal do músculo tibial anterior, 4,54% dos indivíduos mos
traram atividade mínima; 27,24%, fraca atividade, 13,62%,
atividade moderada, e 4,54% dos voluntários, forte atividade.
Com isso, o músculo tibial anterior foi ativo em 49,94% dos
indivíduos (Tabela 4, pág. 45, e Gráfico 3, pág. 53).

Verificamos que 4,54% dos indivíduos, apresentaram
atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior somente
na porção proximal, sendo ela de mínima intensidade. Na por
ção proximal, as atividades eletromiográficas foram muito va
riadas no que se refere às intensidades, não sendo possível a
obtenção de intensidade cuja frequência fosse significativa,
ao passo que, na porção distal, a atividade eletromiográfica
mais freqüente foi de fraca intensidade (Tabelas 8 e 9, pág.
49 e 50).

Observamos que, nesta graduação, 135/180, aproxima
damente metade dos voluntários apresentou atividade eletromio
gráfica do músculo tibial anterior. Esses resultados são mui
to diferentes dos obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), os quais
não registraram atividade elétrica do músculo tibial anterior,
neste momento do ciclo de pedalção, ou seja, quando a perna
direita está iniciando sua trajetória ascendente. Quando com

paramos nossos resultados com os citados autores, verificamos que estes pesquisaram a atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior apenas no movimento de pedalação com o pé na posição normal, o que talvez explica a diferença de resultados.

I/SR - $180/225^{\circ}$ (Fig. 7, pág. 39): na porção proximal do músculo tibial anterior; 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade mínima; 18,16%, fraca atividade; 13,62%, atividade moderada; ao passo que 18,16% dos voluntários mostraram atividade muito forte. Portanto, podemos notar que o músculo tibial anterior foi ativo em 54,48% dos indivíduos. Na porção distal, 4,54% dos voluntários apresentaram atividade mínima; 27,24%, atividade fraca; 13,62%, atividade moderada; e 4,54%, forte atividade. Dessa forma, o músculo tibial anterior foi ativo em 49,94% dos indivíduos (Tabela 5, pág. 46, e Gráfico 4, pág. 54).

Essa graduação apresenta, praticamente, os mesmos resultados da graduação anterior (135/180), exceção feita à atividade muito forte apresentada por 18,16% dos voluntários para a porção proximal do músculo tibial anterior.

I/SR - $225/270^{\circ}$ (Fig. 7, pág. 39): na porção proximal do músculo tibial anterior, 4,54% dos voluntários apresentou fraca atividade; a mesma percentagem de indivíduos mostrou atividade moderada; enquanto 18,16% dos voluntários mostraram atividade forte. Assim, o músculo tibial anterior foi ativo em 27,24% dos indivíduos. Com relação à porção distal, 13,62% dos voluntários apresentaram atividade fraca; 9,08%, atividade moderada; ao passo que 4,54% apresentaram atividade

forte. Dessa forma, verificamos que o músculo tibial anterior se mostrou ativo em 27,24% dos indivíduos (Tabela 6, pág. 47 , e Gráfico 5, pág. 55).

Observamos que, nessa graduação, ambas as porções do músculo tibial anterior foram ativas numa mesma frequência de voluntários, sendo que na porção proximal a atividade elétrica detectada com mais frequência foi de forte intensidade, enquanto na porção distal foi de fraca intensidade (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50).

Nestas graduações, 180/225 e 225/270, a perna direita, a qual tem os eletrodos implantados no músculo tibial anterior, desenvolve uma trajetória ascendente, estando o pedal direito, superior e posteriormente ao nível do pedal esquerdo. Nossos resultados estão muito próximos daqueles obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), os quais observaram intensa atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, durante o ciclo de pedalação, correspondente a estes graus do nosso trabalho, com a ressalva de que os referidos autores investigaram apenas a posição normal do pé.

Comparando com os resultados desse 1º segmento (135/180°, 180/225°, 225/270°) com os obtidos no 1º segmento do movimento de pedalação com o pé na posição normal sem resistência (N/SR), notamos que a frequência de indivíduos com atividade eletromiográfica em ambas as porções do músculo tibial anterior foi maior durante o movimento I/SR (Tabela 8, pág. 49). Quando comparamos as intensidades registradas com mais frequência, observamos que para o movimento I/SR a porção proximal mostrou forte intensidade e a porção distal do músculo ti

bial anterior, fraca intensidade. O movimento N/SR registrou fraca intensidade para a porção proximal e também para a porção distal do músculo tibial anterior (Tabela 9, pág. 50). Acreditamos que esta maior atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, durante o movimento I/SR esteja relacionada com a dorsiflexão e a inversão realizadas simultaneamente pelo pé, uma vez que esse músculo é um potente dorsiflexor e inversor do pé.

Podemos relacionar, também, os resultados que obtivemos, durante o movimento de pedalação I/SR, com os de GRAY & BASMAJIAN (1968), os quais investigaram a marcha com o pé invertido 45° , e encontraram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, durante toda a fase de sustentação e balanço, sendo que essa atividade elétrica foi maior nos momentos centrais de ambas as fases da marcha. Notamos, assim, que os nossos resultados estão de acordo com os citados autores e também com os estudos de O'CONNELL (1958), que registrou atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior durante movimentos de inversão, com elevação da borda medial e com o pé livre.

Também concordamos com SUZUKI (1956), que realizou movimentos de inversão, com o pé livre e detectou atividade elétrica do referido músculo. SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956) pesquisaram os movimentos de dorsiflexão e supinação do pé e registraram atividade elétrica do músculo tibial anterior; e os nossos resultados também concordam com esses autores. O'CONNELL & MORTENSEN (1957) estudaram o movimento de inversão com o pé livre e verificaram atividade elétrica

do músculo tibial anterior, estando, portanto, em concordância com nossos achados.

A atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, durante o movimento de pedalação com o pé invertido, sem resistência (I/SR) já era esperada, uma vez que vários autores atribuem uma função inversora ao músculo tibial anterior (SAPPEY (1869), CRUVEILHEIR (1871), HEIZTMANN (1890), FORT (1902), GERARD (1921), CHIARUGI (1936), BERTELLI (1932), TESTUT & LATARJET (1944), VALENTI (1951), KOPSCH (1952), GRANT (1953), STEINDLER (1955), LOCKHART, HAMILTON & FIFE (1983), ORTS LLORCA (1959), HICKS (1961), GRAY (1962), ANSON (1963), SPALTEHOLZ (1975), TITTEL (1963), SOBBOTA & BECHER (1957), WOODBURNE (1965), SPALTEHOLZ & SPANNER (1966), RASH & BURK (1967), DIDIO (1974), BAIRATI (1971), FAZZARI (1971), GARDNER, GRAY & O'RAHILLY (1978), GARDNER & OSBURN (1971), KELLEY (1971), WELLS (1971), CHIARUGI & BUCCIANTE (1972), CHRISTENSEN & TELFORD (1972), WARWICK & WILLIAMS (1973), KENDALL, KENDALL & WOODSWORTH (1974), VOSS (1974), BENNINGHOFF & GOERTTLER (1968), BASMAJIAN (1977), JOSEPH (1982), SNELL (1984).

2º segmento ($45/90^{\circ}$, $90/135^{\circ}$, $270/315^{\circ}$) (Fig. 7, pág. 39).

I/SR - $45/90^{\circ}$: na porção proximal do músculo tibial anterior, 13,62% dos voluntários apresentaram atividade forte. Na porção distal, 4,54% dos indivíduos mostraram atividade fraca, e 9,08%, moderada atividade. Dessa forma, o músculo tibial anterior foi ativo em 13,62% dos indivíduos (Tabela 2, pág. 43, e Gráfico 2, pág. 52). Observamos, nesta graduação, que, para a porção proximal do músculo tibial anterior,

a atividade eletromiográfica de forte intensidade predominou em todos os voluntários, enquanto, para a porção distal, o predomínio foi da atividade eletromiográfica de moderada intensidade (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50).

Esses graus representam o momento em que o membro inferior direito atinge sua máxima extensão. Nossos resultados se aproximaram daqueles obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), os quais concluíram que o músculo tibial anterior é inativo nesta fase do ciclo de pedalação.

I/SR - 90/135°: na porção proximal do músculo tibial anterior, 4,54% dos voluntários apresentaram atividade mínima; 9,08%, atividade fraca; 4,54%, moderada atividade, e 18,16%, mostraram atividade forte. Com isso, o músculo tibial anterior foi ativo em 36,32% dos voluntários. Na porção distal, 18,16% dos indivíduos mostraram atividade fraca; 9,08%, atividade moderada, e 4,54%, atividade forte. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 31,78% dos indivíduos (Tabela 3, pág. 44, e Gráfico 2, pág. 52). Verificamos que 4,54% dos voluntários, apresentaram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior apenas na sua porção proximal, sendo ela de intensidade mínima. Na porção proximal a atividade eletromiográfica mais frequentemente obtida foi de forte intensidade, e na porção distal, foi de fraca intensidade (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50).

Nossos resultados diferem daqueles obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), os quais, nesta fase do ciclo de pedalação, ou seja, quando o pedal direito está iniciando seu trajeto ascendente, não registraram atividade eletromiográfica

do músculo tibial anterior.

I/SR - $270/315^{\circ}$ (Fig. 7, pág. 39) na porção proximal do músculo tibial anterior, 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade forte, e na porção distal 4,54% dos voluntários mostraram atividade moderada (Tabela 7, pág. 39, e Gráfico 6, pág. 56).

Nossos resultados mostram-se muito diferentes daqueles obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), pois estes encontraram forte atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior neste momento do ciclo de pedalação, justamente quando o quadril, joelho e tornozelo atingem sua máxima flexão.

Quando comparamos o 2º segmento ($45/90^{\circ}$ $90/135^{\circ}$, $270/315^{\circ}$) (Fig. 7, pág. 39) do movimento de pedalação I/SR, com o 2º segmento do movimento de pedalação N/SR, observamos que apenas nos graus $90/135$ é que ocorreu uma diferença significativa da atividade eletromiográfica registrada nos dois movimentos. No movimento I/SR, a frequência de indivíduos com atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior foi de 36,32% para a porção proximal, e de 31,78% para a porção distal; ao passo que no movimento N/SR, nessa graduação, verificamos uma frequência de 13,62%, tanto para a porção proximal como para a porção distal do músculo tibial anterior (Tabela 8, pág. 49). Quando analisamos as intensidades, notamos que a atividade eletromiográfica mais freqüente durante o movimento I/SR foi de forte intensidade para a porção proximal e de intensidade moderada para a porção distal do músculo tibial anterior. Enquanto isso, no movimento N/SR, ela foi de fraca intensidade para ambas as porções do referido músculo. Vimos

mais uma vez que o movimento de inversão, somado à dorsiflexão realizada pelo pé durante a pedalação, exige maior atividade elétrica do músculo tibial anterior.

Após analisarmos a atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, durante o movimento de pedalação com o pé na posição de inversão sem resistência (I/SR), observamos que:

1º) a graduação de 180/225 foi a que apresentou uma maior frequência de voluntários, com atividade elétrica do músculo tibial anterior, devido, talvez, à dorsiflexão do pé, que ocorre durante o ciclo de pedalação e coincide com esta graduação.

2º) a atividade eletromiográfica observada com mais frequência foi de forte intensidade para a porção proximal e de fraca intensidade para a porção distal do músculo tibial anterior (Fig. 10, pág. 58). Essas intensidades, provavelmente, se devem à posição de inversão do pé. Apenas esses resultados do movimento I/SR estão de acordo com afirmação de FENEIS (1935) e KOLB (1937), de que a contração da porção proximal do músculo tibial anterior ocorre com maior intensidade do que a da porção distal. Lembramos, porém, que a frequência de voluntários que mostra estas intensidades variou de 9,08% a 27,24%, percentagem que talvez não seja significativa.

3º) verificamos que as frequências de voluntários com atividade eletromiográfica na porção proximal e distal do músculo tibial anterior foram bastante equilibradas, sugerindo, talvez, uma correlação funcional entre ambas as porções do músculo em questão.

O quarto movimento analisado foi a pedalação com o pé em inversão com resistência de 2 kg (I/R).

1º segmento 135/180, 180/225, 225/270 (Fig. 7 , pág. 39).

I/R - 135/180⁰: na porção proximal do músculo tibial anterior, observamos que 13,62% dos indivíduos apresentaram atividade fraca; 36,32%, atividade moderada; a mesma percentagem mostrou forte atividade, e 9,08% dos indivíduos apresentaram atividade muito forte. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 95,34% dos voluntários. Na porção distal, 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade mínima; 31,78%, atividade fraca; 45,40%, atividade moderada; 4,54%, atividade forte; e, finalmente, 9,08% dos indivíduos mostraram atividade muito forte. Com isso, o músculo tibial anterior foi ativo em 95,34% dos indivíduos (Tabela 4, pág. 45, e Gráfico 3, pág. 53).

Notamos que o músculo tibial anterior apresentou o mesmo percentual de atividade eletromiográfica: 95,43% dos voluntários para ambas as porções. Também, a atividade elêtrica mais freqüente foi a mesma para as duas porções, sendo de intensidade moderada, variando apenas no percentual, 36,32% dos indivíduos para a porção proximal, e 45,40% dos voluntários para a porção distal do músculo tibial anterior.

Neste momento do ciclo de pedalação, HOUTZ & FISHER (1959) não encontraram atividade do músculo tibial anterior no estudo que realizaram em três indivíduos, os quais pedala ram com o pé na posição normal com e sem resistência, estando portanto em desacordo com nossos resultados.

I/R - 180/225^o (Fig. 7, pág. 39): na porção proximal do músculo tibial anterior, 13,62% dos voluntários mostraram fraca atividade; 40,86%, atividade moderada; 36,32%, atividade forte; e 9,08%, atividade muito forte. Assim, o músculo tibial anterior foi ativo em 100% dos indivíduos. Na porção distal, 4,54% dos voluntários mostraram atividade mínima; 36,32%, atividade fraca; 45,40%, atividade moderada; 4,54%, atividade forte; e 9,08%, apresentou atividade muito forte. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 100% dos indivíduos (Tabela 5, pág. 46, e Gráfico 4, pág. 54).

Vimos, assim, um mesmo percentual de atividade elétrica para ambas as porções do músculo tibial anterior, isto é, em 100% dos voluntários (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50).

I/R - 225/270^o: na porção proximal do músculo tibial anterior, 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade fraca; 36,32%, atividade moderada; 27,24%, atividade forte, e 9,08% dos voluntários apresentaram atividade muito forte. Dessa forma, o músculo tibial anterior foi ativo em 77,18% dos indivíduos. Na porção distal, 31,78% dos voluntários apresentaram fraca atividade; 31,78%, atividade moderada; 4,54%, atividade forte; 9,08%, atividade muito forte. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 77,18% dos indivíduos. Verificamos, assim, que ambas as porções do músculo tibial anterior apresentaram o mesmo percentual, 77,18%, de atividade eletromiográfica. Tanto para a porção proximal como para a distal, a atividade eletromiográfica mais freqüente foi a de moderada intensidade, registrada em 36,32% dos indivíduos na porção proximal e em 31,78% na porção distal (Tabelas 8 e 9,

páginas 49 e 50).

Com relação aos graus 180/225 e 225/270, nossos resultados estão de acordo com HOUTZ & FISHER (1959), os quais detectaram forte atividade elétrica do músculo tibial anterior, durante o ciclo de pedalação, exatamente no ponto que corresponde aos graus acima citados. A atividade relatada por tais autores foi registrada no momento em que o quadril, joelho e tornozelo estão flexionados ao máximo.

Comparando este 1º segmento, que inclui os graus 135/180, 180/225 e 225/270 (Fig. 7, pág. 39) do movimento I/R, com o 1º segmento do movimento N/R, notamos um certo equilíbrio da frequência de indivíduos com atividade eletromiográfica, em ambas as porções do músculo tibial anterior, exceção feita aos graus 135/180, em que no movimento I/R a frequência foi de 95/34%, e, no movimento N/R, foi de 81,72%, havendo, portanto, uma diferença de 13,62% (Tabela 8, pág. 49). Estes resultados foram registrados em ambas as porções do músculo tibial anterior. Com relação à intensidade, vimos que, no movimento I/R, ela foi moderada para ambas as porções do músculo tibial anterior, ao passo que no movimento N/R tivemos forte intensidade para a porção proximal e moderada para a porção distal do músculo tibial anterior.

2º segmento: 45/90°, 90/135°, 270/315° (Fig. 7, pág. 39).

I/R - 45/90° : na porção proximal do músculo tibial anterior, observamos atividade moderada, forte e muito forte, numa mesma percentagem de indivíduos, ou seja, em 4,54%. Dessa forma, o músculo tibial anterior foi ativo em 13,62% dos

voluntários. Na porção distal, 9,08% dos voluntários apresentaram atividade moderada e 4,54% forte atividade. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 13,62% dos indivíduos (Tabela 2, pág. 43, e Gráfico 1, pág. 51).

Nesta graduação, nossos resultados são parcialmente diferentes daqueles obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), os quais classificaram o músculo tibial anterior como inativo nessa fase da pedalação.

I/R - 90/135°: na porção proximal do músculo tibial anterior, 4,54% dos voluntários mostraram atividade fraca; 9,08%, atividade moderada; 13,62%, forte atividade, e 9,08%, atividade muito forte. Assim, o músculo tibial anterior foi ativo em 36,32% dos voluntários. Na porção distal, 9,08% dos voluntários mostraram fraca atividade; 13,62%, atividade moderada; 4,54%, atividade forte, e 9,08% dos indivíduos apresentaram atividade muito forte. Dessa forma, o músculo tibial anterior foi ativo em 36,32% dos indivíduos (Tabela 3, pág. 44, e Gráfico 2, pág. 52). Observamos que tanto para a porção proximal como para a distal, 36,32% dos indivíduos apresentaram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, sendo que, na porção proximal, se verificou uma atividade elétrica mais freqüente de forte intensidade, e na porção distal, de moderada intensidade (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50).

Nossos resultados diferem dos obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), pois estes não encontraram atividade elétrica do músculo tibial anterior, nesta fase do ciclo de pedalação, quando o pedal direito inicia sua trajetória ascendente.

I/R - $270/315^{\circ}$ (Fig. 7, pág. 39): na porção proximal notamos que, 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade fraca; 9,08%, atividade forte. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 13,62% dos voluntários. Na porção distal, verificamos que o músculo tibial anterior também foi ativo em 13,62% dos voluntários, sendo que 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade forte e 9,08% atividade muito forte (Tabela 7, pág. 48, e Gráfico 6, pág. 56). Notamos, assim, uma mesma frequência de voluntários com atividade elétrica em ambas as porções do músculo tibial anterior.

Durante o ciclo de pedalação, esses graus correspondem ao momento no qual o pedal direito inicia seu movimento descendente, e HOUTZ & FISHER (1959) registraram atividade elétrica de forte intensidade em todos os indivíduos testados, diferindo, portanto, dos nossos resultados.

Quando comparamos esse 2º segmento ($45/90^{\circ}$, $90/135^{\circ}$, $270/315^{\circ}$) do movimento de pedalação com o pé em inversão com resistência de 2 kg (I/R), com o 2º segmento do movimento N/R, observamos, nos graus $45/90$, em ambas as porções do músculo tibial anterior, um relativo equilíbrio da frequência de indivíduos com atividade eletromiográfica. Nos graus $90/135$, no movimento I/R, tanto na porção proximal como na distal, a frequência de voluntários com atividade eletromiográfica foi de 36,32%, enquanto no movimento N/R essa frequência foi de 18,16% também para as duas porções do músculo tibial anterior, evidenciando, assim, uma diferença de 18,16% entre os dois movimentos. Nos graus $270/315$, no movimento I/R, a percentagem de voluntários com atividade eletromiográfica em am

bas as porções do músculo tibial anterior, foi de 13,62%, ao passo que, no movimento de pedalação N/R, esse percentual foi de 4,54% para a porção proximal e distal do músculo tibial anterior, havendo, portanto uma diferença de 9,08% entre os dois movimentos, ou seja, I/R e N/R.

No que diz respeito às intensidades dessa atividade elétrica, foram variadas, e apenas nos graus 90/135, é que registramos uma mesma intensidade com mais frequência, sendo esta forte para a porção proximal e moderada para a porção distal do músculo tibial anterior, durante o movimento de pedalação I/R. No movimento N/R, verificamos uma atividade eletromiográfica mais freqüente de forte intensidade, apenas na porção proximal do músculo tibial anterior.

Desse modo, do que foi analisado em relação à atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, durante o movimento de pedalação com o pé na posição de inversão com resistência de 2 kg (I/R), podemos evidenciar que:

1º) os graus de 180/225 foram os que apresentaram uma maior frequência de voluntários com atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, ou seja, 100% dos voluntários. Este resultado talvez possa ser explicado pelo fato de essa graduação coincidir com a dorsiflexão do pé que ocorre neste momento da pedalação, e também pelo movimento de inversão do pé.

2º) tanto a porção proximal como a distal apresentaram uma atividade eletromiográfica mais freqüentemente de moderada intensidade (Fig. 11, pág. 58), evidenciando, talvez, uma relação funcional entre as duas porções do músculo

tibial anterior, diferentemente do que afirmam FENEIS (1935) e KOLB (1937).

3º) ocorreu um equilíbrio total entre a atividade eletromiográfica da porção proximal e da distal, do músculo tibial anterior, pois as mesmas mostraram atividade numa mesma frequência de voluntários (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50), sugerindo, talvez, uma correlação funcional entre ambas as partes do músculo tibial anterior.

O quinto movimento pesquisado foi a pedalação com o pé em eversão sem resistência (E/SR).

1º segmento: $135/180^{\circ}$, $180/225^{\circ}$ e $225/270^{\circ}$ (Fig. 7, pág. 39).

E/SR - $135/180^{\circ}$: na porção proximal do músculo tibial anterior, observamos que 13,62% dos voluntários apresentaram atividade fraca; 4,54%, moderada atividade; e 4,54%, atividade forte. Com isso, o músculo tibial anterior foi ativo em 22,70% dos indivíduos. Para a porção distal, vimos que 18,16% dos voluntários apresentaram atividade fraca, e 4,54%, atividade forte. Assim, o músculo tibial anterior foi ativo em 22,70% dos indivíduos (Tabela 4, pág. 45, e Gráfico 3, pág. 53). Verificamos que o músculo tibial anterior mostrou o mesmo percentual de atividade elétrica, 22,70% dos voluntários, para ambas as porções. Notamos, ainda, que a atividade eletromiográfica mais freqüente foi de fraca intensidade, tanto para a porção proximal, em 13,62% dos voluntários, como para a porção distal, em 18,16% dos indivíduos (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50).

Nesta fase da pedalação, a perna direita, na qual

estavam implantados os eletrodos, desenvolveu uma trajetória ascendente, estando num plano inferior e posterior à perna esquerda. HOUTZ & FISHER (1959) não encontraram atividade elétrica do músculo tibial anterior neste momento do ciclo de pedalação, diferindo, portanto, dos nossos resultados.

E/SR - 180/225° (Fig. 7, pág. 39): na porção proximal do músculo tibial anterior, verificamos que 13,62% dos voluntários apresentaram fraca atividade; 4,54%, atividade moderada e 4,54%, forte atividade. Dessa forma, o músculo tibial anterior mostrou-se ativo em 22,70% dos indivíduos. Na porção distal, 18,16% dos voluntários mostraram atividade fraca e 4,54%, atividade forte. Dessa forma, o músculo tibial anterior foi ativo em 22,70% dos voluntários (Tabela 5, pág. 46, e Gráfico 4, pág. 54). Notamos que esta graduação apresentou resultados idênticos à graduação anterior (135/180).

E/SR - 225/270°: nesta graduação, os resultados obtidos foram os mesmos para as duas porções do músculo tibial anterior, em que 9,08% dos voluntários mostraram fraca atividade (Tabela 6, pág. 47, e Gráfico 5, pág. 55). Esses resultados divergem daqueles obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), os quais registraram atividade elétrica do músculo tibial anterior, de forte intensidade, no período de pedalação, que corresponde aos graus 180/225 e 225/270 do nosso trabalho.

Como podemos observar pelos nossos resultados, o músculo tibial anterior mostrou-se ativo em menor grau com o pé evertido, quando comparado com a posição normal e também com a inversão (Tabela 8, pág. 49).

Ao comentarmos a atividade eletromiográfica do mús

culo tibial anterior durante o movimento de eversão, lembra mos HICKS (1961), o qual nos chama a atenção para a complexi dade funcional do músculo tibial anterior, devido à mobilida de do seu tendão. O nosso trabalho nos mostra resultados com patíveis com a afirmação do citado autor, no que diz respeito à eversão, pois, nestas graduações, 135/180, 180/225 e 225/270 verificamos atividade eletromiográfica do músculo tibial ante rior em apenas 22,70% dos voluntários, sendo esta de fraca in tensidade para ambas as porções.

Revendo a literatura, percebemos a controvérsia existente sobre a participação do músculo tibial anterior nos movimentos de eversão. SHEFFIELD, GERSTEN & MASTELLONE (1956), durante o experimento com os voluntários em decúbito dorsal, realizando a pronação do pé, verificaram que o músculo tibial anterior não apresentou atividade elétrica, resultado que es tã parcialmente de acordo com o nosso. Enquanto isso, para SUZUKI (1956), o músculo tibial anterior foi ativo no início da pronação.

O'CONNELL & MORTENSEN (1958) não registraram ativi dade elétrica do músculo tibial anterior no movimento de ever são normal, mas o músculo foi ativo na eversão forçada. O'CONNELL (1958) também não encontrou atividade elétrica do músculo tibial anterior na eversão normal, porém, a ativida de, surgiu quando os voluntários foram mantidos numa platafor ma em aclave. Portanto, esses resultados, no que se refere ao movimento de eversão sem resistência, são semelhantes aos nossos resultados. Nossos achados concordam também com KELLEY (1971), o qual postula que a atividade elétrica do músculo ti

bial anterior, durante o movimento de eversão, depende da dor siflexão do tornozelo. Encontramos atividade eletromiográfica em 22,70% dos indivíduos estudados. Dessa forma, concordamos parcialmente com GRAY & BASMAJIAN (1968), os quais registraram atividade elétrica do músculo tibial anterior, durante a marcha com o pé-evertido 45° , em todos os indivíduos pesquisados.

Comparando os resultados obtidos no movimento E/SR, com o movimento N/SR, observamos o seguinte: no 1º segmento ($135/180^{\circ}$, $180/225^{\circ}$ e $225/270^{\circ}$) do movimento E/SR, nos graus $135/180^{\circ}$, a frequência de voluntários com atividade eletromiográfica foi de 22,70% para ambas as porções do músculo tibial anterior. Enquanto isso, no movimento N/SR, a frequência foi de 40,86% para a porção proximal e 45,40% para a porção distal do músculo tibial anterior. Nos graus $180/225$, durante o movimento E/SR, a frequência de indivíduos com atividade elétrica foi de 22,70% para ambas as porções do músculo tibial anterior, ao passo que no movimento de pedalação N/SR essa frequência foi de 45,40% para a porção proximal e 49,94% para a porção distal do músculo tibial anterior. Nos graus $225/270$, durante o movimento E/SR, a frequência de voluntários com atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior foi de 9,08% para as duas porções; e, no movimento de pedalação N/SR, a frequência foi de 18,16% para a porção proximal e de 22,70% para a porção distal do músculo tibial anterior. Notamos, portanto, que em todos os graus deste 1º segmento, o movimento de pedalação E/SR mostrou um menor percentual de indivíduos com atividade eletromiográfica, quando comparado com o

movimento de pedalação com o pé normal sem resistência (N/SR). Quanto à intensidade dessa atividade eletromiográfica, verificamos um perfeito equilíbrio, uma vez que tanto para o movimento de pedalação E/SR como para o movimento N/SR a atividade eletromiográfica mais freqüentemente registrada foi de fraca intensidade para ambas as porções do músculo tibial anterior.

2º segmento, $45/90^{\circ}$, $90/135^{\circ}$, $270/315^{\circ}$ (Fig. 7, pág. 39).

E/SR - $45/90^{\circ}$: na porção proximal do músculo tibial anterior, verificamos atividade eletromiográfica em apenas 4,54% dos voluntários, sendo essa atividade de moderada intensidade. Na porção distal, 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade elétrica de fraca intensidade. Portanto, apenas um voluntário mostrou atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior.

Nesta graduação, o pedal direito está terminando sua trajetória descendente, e o quadril, joelho e tornozelo estão totalmente estendidos. Neste momento, HOUTZ & FISHER (1959) não registraram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, resultado este que concorda plenamente com os nossos.

E/SR - $90/135^{\circ}$: na porção proximal do músculo tibial anterior, verificamos que 4,54% dos voluntários apresentaram atividade fraca; 4,54%, atividade moderada; e 4,54% dos voluntários mostrou atividade forte. Assim o músculo tibial anterior foi ativo em 13,62% dos indivíduos. Na porção distal, 9,08% dos indivíduos mostraram fraca atividade e 34,54%,

atividade forte. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 13,62% dos indivíduos (Tabela 3, pág. 44, e Gráfico 2, pág. 52). Observamos que uma mesma percentagem de voluntários, 13,62%, mostraram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior em ambas as porções. Com relação à porção proximal, não foi registrada atividade elétrica numa frequência significativa de indivíduos, sendo que, para a porção distal, esta foi de fraca intensidade em 9,08% dos voluntários.

Nesta graduação (90/135), o pedal direito inicia sua trajetória ascendente, e neste momento do ciclo de pedalação, HOUTZ & FISHER (1959) não registraram atividade elétrica do músculo tibial anterior, resultados estes que estão muito próximos dos nossos.

E/SR - 270/315° (Fig. 7, pág. 39) tanto para a porção proximal como para a porção distal, o músculo tibial anterior foi completamente inativo (Tabela 7, pág. 48, e Gráfico 6, pág. 56).

Esses resultados diferem daqueles obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), os quais observaram atividade elétrica de forte intensidade do músculo tibial anterior, no momento do ciclo de pedalação em que o quadril, joelho e tornozelo estão flexionados, momento que corresponde aos graus 270/315 do nosso trabalho.

Ao confrontarmos os resultados obtidos no 2º segmento (45/90°, 90/135°, 270/315°), durante o movimento de pedalação E/SR, com os resultados do movimento N/SR, notamos que nos graus 45/90 e 90/135 não ocorreram diferenças significativas da frequência de voluntários com atividade eletromiográfica

ca do músculo tibial anterior, nos citados movimentos. Nos graus 270/315 durante o movimento E/SR, 13,62% dos indivíduos mostraram atividade elétrica em ambas as porções do músculo tibial anterior, enquanto no movimento N/SR o referido músculo foi totalmente inativo.

Do que foi analisado sobre a atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, durante o movimento de pedalção com o pé em eversão sem resistência (E/SR), verificamos que:

1º) as graduações de 180/225 e de 225/270 foram as que apresentaram uma maior frequência de voluntários com atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, o que talvez possa ser explicado pelo movimento de dorsiflexão que o pé realiza ao nível dessas graduações.

2º) a atividade eletromiográfica obtida com mais frequência foi de fraca intensidade para ambas as porções do músculo tibial anterior (Fig. 12, pág. 59). Esse resultado sugere uma possível unidade funcional entre as duas porções do músculo, e que talvez a participação do músculo tibial anterior no movimento de eversão do pé não seja significativa.

3º) ocorreu um perfeito equilíbrio da atividade eletromiográfica registrada em ambas as porções do músculo tibial anterior, pois elas foram ativas numa mesma porcentagem de indivíduos (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50). Esse fato mais uma vez sugere uma possível correlação funcional entre a porção proximal e a distal do músculo tibial anterior.

O sexto e último movimento a ser analisado é a pedalção com o pé em eversão, com resistência de 2 kg (E/R).

1º segmento: $135/180^{\circ}$, $180/225^{\circ}$, $225/270^{\circ}$ (Fig. 7, pág. 39).

E/R - $135/180^{\circ}$: na porção proximal do músculo ti
bial anterior, observamos que 4,54% dos voluntários apresenta
ram fraca atividade; 18,16%, atividade moderada; 13,62%, ati
vidade forte; e 13,62% dos indivíduos mostraram atividade mui
to forte. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em
49,94% dos indivíduos. Na porção distal, vimos que 4,54% dos
voluntários mostraram atividade mínima; 9,08%, atividade fra
ca; 13,62%, atividade moderada; 18,16%, forte atividade, e
4,54% dos indivíduos apresentou atividade muito forte. Dessa
forma, o músculo tibial anterior foi ativo em 49,94% dos vo
luntários (Tabela 4, pág. 45, e Gráfico 3, pág. 53). Notamos,
assim, que as duas porções do músculo tibial anterior apresen
taram atividade eletromiográfica em 49,94% dos indivíduos. A
atividade elétrica mais freqüentemente registrada foi de mode
rada intensidade para a porção proximal, em 18,16% dos indivi
duos; enquanto que, na porção distal, foi de forte intensida
de para a mesma percentagem de indivíduos (Tabelas 8 e 9, pá
ginas 49 e 50).

Observamos em nossos experimentos que esta gradua
ção ($135/180$) corresponde ao momento em que a perna direita
está num plano inferior e posterior à perna esquerda. Nesse
momento do ciclo de pedalação, HOUTZ & FISHER (1959) não de
tectaram atividade elétrica do músculo tibial anterior, resul
tados que diferem dos nossos, pois vimos que aproximadamente
50% dos voluntários apresentaram atividade elétrica do múscu
lo tibial anterior. Vale lembrar que os referidos autores

realizaram seus estudos, considerando somente a posição normal do pé, com e sem resistência.

E/R - 180/225⁰ (Fig. 7, pág. 39): na porção proximal do músculo tibial anterior, verificamos que 18,16% dos voluntários apresentaram atividade fraca; 49,94%, atividade moderada; 18,16%, atividade forte; e 13,62%, atividade muito forte. Assim, o músculo tibial anterior foi ativo em 100% dos indivíduos. Na porção distal, 4,54% dos indivíduos apresentaram atividade mínima; 45,40%, atividade fraca; 22,70%, atividade moderada; 18,16%, atividade forte; 4,54%, atividade muito forte. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 95,34% dos voluntários (Tabela 5, pág. 46, e Gráfico 4, pág. 54). Observamos que um indivíduo mostrou atividade elétrica apenas na porção proximal do músculo tibial anterior, de fraca intensidade. Na porção proximal, a atividade eletromiográfica verificada com mais frequência foi de moderada intensidade em 49,94% dos indivíduos; na porção distal, foi de fraca intensidade em 45,40% dos voluntários (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50).

E/R - 225/270⁰ (Fig. 7, pág. 39): na porção proximal do músculo tibial anterior 13,62% dos voluntários apresentaram fraca atividade; 36,32%, atividade moderada; 13,62%, atividade forte; e 9,08% dos voluntários mostrou atividade muito forte. Com isso, o músculo tibial anterior foi ativo em 72,64% dos indivíduos. Na porção distal, 36,32% dos indivíduos apresentaram atividade fraca; 18,16%, atividade moderada; e 13,62%, forte atividade. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 68,10 dos voluntários (Tabela 6, pág. 47 ,

e Gráfico 5, pág. 55). Vimos, assim, que um indivíduo mostrou atividade elétrica, apenas na porção proximal do músculo tibial anterior, sendo ela de fraca intensidade. Na porção proximal do músculo tibial anterior, foi observada uma atividade eletromiográfica, com mais frequência, de moderada intensidade, para 36,32% dos voluntários, enquanto na porção distal essa atividade mais freqüente foi de fraca intensidade, também para 36,32% dos indivíduos (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50).

Nessas graduações, 180/225 e 225/270, os nossos resultados estão de acordo com os de HOUTZ & FISHER (1959), os quais detectaram atividade eletromiográfica, neste momento do ciclo de pedalação, com a diferença de que essa atividade foi de forte intensidade.

Numa análise comparativa dos resultados obtidos neste 1º segmento (135/180º, 180/225º, 225/270º) do movimento de pedalação E/R, com o 1º segmento do movimento N/R, fazemos as seguintes considerações: nos graus 135/180 do movimento E/R, as duas porções do músculo tibial anterior mostraram uma frequência de indivíduos com atividade eletromiográfica, em torno de 49,94%; enquanto que no movimento N/R, esse percentual foi de 81,72%, havendo, portanto, uma diferença percentual de 31,78%. Nos graus 180/225 e 225/270, a frequência de voluntários com atividade eletromiográfica nas duas porções do músculo tibial anterior mostrou um grande equilíbrio entre os movimentos E/R e N/R. Quanto às intensidades dessa atividade elêtrica, temos a salientar que, nos graus 135/180 e 180/225, as intensidades mais freqüentes foram as seguintes: durante o mo

vimento E/R, fraca intensidade para ambas as porções do músculo tibial anterior, ao passo que no movimento N/R foi registrado, forte intensidade para a porção proximal e moderada intensidade para a porção distal do músculo tibial anterior. Estes resultados sugerem talvez, que a participação do referido músculo, é muito mais significativa no movimento de pedalação com o pé na posição normal com resistência (N/R), do que durante o movimento de pedalação com o pé em eversão com resistência (E/R), o que está de acordo com HICKS (1961). Poderíamos afirmar que esses resultados do 1º segmento do movimento E/R não eram esperados, uma vez que os tratados não sugerem uma participação efetiva do músculo tibial anterior no movimento de eversão. Podemos considerar altamente significativa a freqüência de voluntários que apresentaram atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, bem como as intensidades que foram mais freqüentes: moderada para a porção proximal e fraca para a porção distal do músculo tibial anterior, sendo que, nos graus 135/180, a porção proximal apresentou atividade elétrica mais freqüente de moderada intensidade, e na porção distal, esta foi de forte intensidade, constituindo-se numa das poucas exceções, em que a intensidade da porção distal foi maior do que a intensidade da porção proximal do músculo tibial anterior.

Segundo HICKS (1961), o tendão do músculo tibial anterior apresenta uma grande mobilidade, e a ação desse músculo depende da posição do seu tendão. Neste trabalho não se demonstra ênfase a essa questão; porém, ao contrário de que verificamos no movimento de eversão sem resistência (E/SR),

neste movimento de pedalação (E/R), vimos significativa atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, o que não é compatível com a afirmação do referido autor, de que, na eversão, a ação do músculo tibial anterior é mais aparente do que real. Outro fator que acarreta uma maior atividade elétrica do citado músculo é a dorsiflexão que o pé realiza, para superar a resistência de 2 kg, o que está de acordo com STEINDLER (1955) e KELLEY (1971).

Portanto, fica-nos a impressão de que realmente a pedalação contra resistência, em todos os movimentos desse trabalho, requer um maior grau de dorsiflexão do pé, e consequentemente uma maior atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior.

2º segmento: 45/90°, 90/135° e 270/315° (Fig. 7, pág. 39).

E/R - 45/90°: na porção proximal do músculo tibial anterior, 4,54% dos voluntários apresentaram atividade moderada, e a mesma percentagem dos indivíduos mostrou forte atividade. Assim, o músculo tibial anterior foi ativo em 9,08% dos voluntários. Na porção distal, verificamos que 9,08% dos indivíduos mostraram atividade moderada (Tabela 2, pág. 43, e Gráfico 1, pág. 51).

Analisando nossos resultados, notamos que nesta graduação, durante o movimento de pedalação E/R, apenas 9,08% dos indivíduos apresentaram atividade elétrica do músculo tibial anterior. Esses resultados estão próximos daqueles obtidos por HOUTZ & FISHER (1959), os quais registraram completa inatividade do músculo tibial anterior nesta fase do ciclo de

pedalação, que corresponde aos graus 45/90 do nosso trabalho.

E/R - 90/135° (Fig. 7, pág. 39); na porção proximal do músculo tibial anterior, observamos que 4,54% dos voluntários apresentaram atividade moderada; 4,54%, atividade forte, e 9,08%, atividade muito forte. Com isso, o músculo tibial anterior foi ativo em 18,16% dos indivíduos. Na porção distal, 9,08% dos indivíduos apresentaram atividade moderada; 4,54%, atividade forte; e 4,54%, atividade muito forte. Portanto, o músculo tibial anterior foi ativo em 18,16% dos voluntários (Tabela 3, pág. 44, e Gráfico 2, pág. 52).

Notamos, assim, que o músculo tibial anterior mostrou atividade eletromiográfica de ambas as porções, num mesmo número de voluntários, isto é, em 18,16%, sendo que na porção proximal a atividade elétrica mais freqüente foi de intensidade muito forte, ocorrendo em 9,08% dos indivíduos; ao passo que, na porção distal, foi de intensidade moderada, e ocorreu também em 9,08% dos voluntários (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50).

Esta graduação (90/135) se refere ao momento em que o pedal direito inicia seu trajeto ascendente, e o quadril, joelho e tornozelo estão estendidos. Neste momento do ciclo de pedalação, HOUTZ & FISHER (1959) descreveram o músculo tibial anterior como inativo. Notamos, assim, que estes achados concordam com os nossos, uma vez que a percentagem de voluntários com atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior no nosso trabalho não pode ser considerada significativa.

E/R - 270/315 (Fig. 7, pág. 39): na porção proximi

mal, o músculo tibial anterior foi completamente inativo, enquanto que na porção distal 9,08% dos voluntários apresentaram fraca atividade, e 4,54%, atividade forte. Com isso, o músculo tibial anterior foi ativo em 13,62% dos indivíduos (Tabela 7, pág. 48, e Gráfico 6, pág. 56). Portanto, observamos nesta graduação, durante o movimento E/R, que a porção distal foi ativa, ao passo que a porção proximal do músculo tibial anterior foi completamente inativa. Esse resultado foi registrado nesta graduação deste movimento e nos graus 135/180, 180/225 e 225/270 do movimento N/SR.

Os resultados obtidos nesta graduação diferem significativamente daqueles alcançados por HOUTZ & FISHER (1959), pois esses autores detectaram atividade eletromiográfica de forte intensidade do músculo tibial anterior, durante esta fase do ciclo de pedalação, a qual coincide com a flexão máxima do quadril, joelho e tornozelo.

Comparando-se os resultados deste 2º segmento (45/90º, 90/135º, 270/315º) do movimento de pedalação E/R, com os resultados do 2º segmento do movimento N/R, constatamos, nestas três graduações, uma baixa frequência de voluntários com atividade eletromiográfica, na porção proximal e distal do músculo tibial anterior, tanto para o movimento E/R, como para o movimento N/R. Vimos, ainda, que os resultados obtidos nos citados movimentos coincidem plenamente, pois a frequência de indivíduos com atividade eletromiográfica das duas porções do músculo tibial anterior variou de 4,54% a 13,62% para os dois movimentos, E/R e N/R.

Desta análise da atividade eletromiográfica do mús

culo tibial anterior, durante o movimento de pedalação com o pé na posição de eversão com resistência de 2 kg (E/R), observamos que:

19) os graus de 180/225 apresentaram uma maior frequência de indivíduos com atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, talvez, devido ao grau de dorsiflexão realizado pelo pé, neste momento do ciclo de pedalação;

29) a atividade eletromiográfica mais frequentemente registrada foi de moderada intensidade para a porção proximal e de fraca intensidade para a porção distal do músculo tibial anterior (Fig. 13, pág. 59). Não consideramos essa diferença de intensidades entre as duas porções significativa, a ponto de sugerir um grau de contração muito maior na porção proximal do músculo tibial anterior, como afirmam FENEIS (1935) e KOLB (1937);

39) ocorreu um equilíbrio entre a percentagem de indivíduos com atividade eletromiográfica na porção proximal e distal do músculo tibial anterior. Quando ocorreram diferenças, estas foram de apenas 4,54% (Tabelas 8 e 9, páginas 49 e 50).

C O N C L U S Õ E S

19) O músculo tibial anterior, tanto na sua porção proximal como na porção distal, apresentou maior atividade eletromiográfica durante a graduação de 180/225, em todos os movimentos de pedalação (N/SR, N/R, I/SR, I/R, E/SR, E/R).

29) O músculo tibial anterior, nas suas duas porções, apresentou atividade eletromiográfica de forte intensidade durante o movimento de pedalação, com o pé na posição normal com resistência de 2 kg (N/R).

39) As porções proximal e distal do músculo tibial anterior foram mais ativas durante o movimento de pedalação com o pé na posição de inversão, com resistência de 2 kg (I/R).

49) A frequência de voluntários com atividade eletromiográfica na porção proximal e distal do músculo tibial anterior esteve bem próxima em todos os movimentos de pedalação.

59) Nossos resultados sugerem uma correlação funcional entre a porção proximal e distal do músculo tibial anterior.

69) Durante os três movimentos de pedalação sem resistência, independentemente da posição do pé (normal, invertido, evertido), o músculo tibial anterior apresentou atividade eletromiográfica de fraca intensidade em ambas as porções.

79) Durante os três movimentos de pedalação com resistência de 2 kg, independentemente da posição do pé (normal, invertido, evertido), o músculo tibial anterior apresentou atividade eletromiográfica com intensidades variando de fraca a muito forte, em ambas as porções.

89) O músculo tibial anterior, tanto na sua porção

proximal como na porção distal não é ativo eletromiograficamente nos graus de 0/45 e 315/360 do ciclo de pedalação.

99) O músculo tibial anterior mostrou baixa atividade eletromiográfica de suas duas porções, nos graus de 45/90, 90/135, 270/315 do ciclo de pedalação.

109) O músculo tibial anterior, tanto na sua porção proximal como na sua porção distal, apresentou freqüente e intensa atividade eletromiográfica, nos graus 135/180, 180/225 e 225/270 do ciclo de pedalação.

119) Não há correspondência entre os momentos de atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior, no movimento de pedalação e no ciclo da marcha.

129) Sugerimos, para efeito da reabilitação fisioterápica do músculo tibial anterior, em bicicleta ergométrica, a pedalação com o pé em inversão e com resistência de 2 kg.

RESUMO

RESUMO

Unitermos: eletromiografia, músculo tibial anterior, bicicleta ergométrica.

O músculo tibial anterior direito de 22 voluntários, 11 homens e 11 mulheres com idade entre 17 e 25 anos, foi testado eletromiograficamente durante a pedalção em bicicleta ergométrica livre e com resistência de 2 kg. Foram utilizados eletrodos de agulha coaxiais simples, os quais foram implantados na porção proximal e distal do músculo tibial anterior. Foi utilizado também um Sistema Eletrônico, para facilitar a leitura dos eletromiogramas num giro completo do pedal, que foi dividido em 8 graduações (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315, 360), sendo dessa forma possível detectar em quais momentos do ciclo de pedalção o músculo tibial anterior foi ativo.

Os resultados mostraram que, ao nível dos 180/225° do ciclo de pedalção, quando o quadril, joelho e tornozelo estavam flexionados, o músculo tibial anterior apresentou atividade eletromiográfica num maior índice de voluntários, o que talvez pode ser explicado por uma posição de dorsiflexão do pé. Nossos achados mostraram que os movimentos de pedalção com resistência de 2 kg foram os que apresentaram maior índice de voluntários com atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior. O movimento de pedalção com o pé na posição normal e com resistência de 2 kg foi o que mostrou maior percentual de indivíduos com atividade eletromiográfica

de forte intensidade. O movimento de pedalação com o pé em inversão e com resistência de 2 kg foi o que apresentou atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior em maior número de voluntários, e talvez esse tipo de pedalação seja mais efetivo na reabilitação fisioterápica do músculo. Não ocorreram diferenças significativas entre as atividades eletromiográficas da porção proximal e distal do músculo tibial anterior, pois estas, com raras exceções, se mostraram ativas num mesmo número de indivíduos, e as intensidades da atividade eletromiográfica foram equilibradas. Esses resultados sugerem uma possível correlação funcional entre a porção proximal e a distal do músculo tibial anterior.

Notamos ainda que, ao nível dos graus 0/45 e 315/360 do ciclo de pedalação, o músculo tibial anterior foi completamente inativo, e, pela comparação feita entre a atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior durante o ciclo de pedalação e a marcha, concluímos não haver correspondência entre ambas.

S U M M A R Y

SUMMARY

Key words: Electromyography, Tibialis anterior, stationary bicycle.

The right tibialis anterior of 22 volunteers, 11 males and 11 females ranging from 17 to 25 years of age, was tested electromyographically during the pedaling of a stationary bicycle against no resistance as well as against 2 kilograms of resistance. Simple coaxial needle electrodes were used by implantation in the proximal and distal portions of the tibialis anterior. An Electronic System was also utilized to allow the simple and accurate reading of the electromyogram during a complete pedaling cycle, which was divided in eight segments (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315, 360), making it possible to detect the activity of the tibialis anterior during each moment of the pedaling cycle.

The results showed that from 180 to 225 degrees into the pedaling cycle, when the hip, knee and ankle were flexed, the tibialis anterior presented electromyographic activity in the greatest number of volunteers, which could possibly be explained by the dorsiflexion of the foot. Our findings showed that the movements of pedaling against 2 kilograms of resistance, were those which presented the highest number of volunteers with electromyographic activity of the tibialis anterior. The pedaling movement with the foot in a normal position and against a resistance of 2 kilograms, had the greatest percentage of individuals with

electromyographic activity of great intensity. The pedaling movement with the foot in the inverse position and against 2 kilograms of resistance was the movement which showed the most electromyographic activity of the tibialis anterior, possibly making this movement the most effective in the physiotherapy of this muscle. There were no significant differences between the electromyographic activity in the proximal and distal portions of the tibialis anterior, since both of them, excluding rare exceptions, were active in the same number of individuals and the intensity of activity was equivalent in both. These results suggest a possible functional correlation between the proximal and distal portions of the tibialis anterior.

We noted also that from 0 to 45 and from 315 to 360 degrees into the pedaling cycle, the tibialis anterior was completely inactive. By a comparison made between the electromyographic activity of the muscle during the walking cycle and the pedaling cycle, we can conclude that there is no correspondence between these two movements.

R E F E R Ê N C I A S B I B L I O G R Á F I C A S

- ANSON, B.J. Muscles of the leg. In: _____. An Atlas of human anatomy. 2. ed. Philadelphia, Saunders, 1963, p. 578.
- AWAD, E.A. & KOETTKE, F.J. Effectiveness of myotatic reflex facilitation in Aumenting rate of increase of muscular strength due to Brief maximal exercise. Archs. phys. Med. 45, 23-9, 1964.
- BAIRATI, A. Muscoli della gamba. In: _____. Trattato di anatomia umana; Morfologia generale e sistematica dell'uomo. 2. ed. Saluzzo, Minerva Medica, 1971. v. 4, p. 833-835.
- BASMAJIAN, J.V. & BENTZON, J.W. An electromyographic study of certain muscles of the leg and foot in the standing position. Surgery Gynec. Obstet., 98: 662-6, 1954.
- _____ & STECKO, G. A New Bipolar Indwelling Electrode for Electromyography. J. Appl. Physiol., 17: 849, 1962.
- _____ & STECKO, G. Role of muscles in arch support of the foot. J. Bone Jt Surg., 45 A: 1184-90, 1963.
- _____. Anatomia. 2. ed. Cidade do México, Interamericana, 1977. p. 188.
- _____. Leg and foot muscles. In: _____. Muscles alive; their functions revealed by electromyography. Baltimore, Williams and Wilkins, 1978. p. 305-312.

- BATTYE, C.K. & JOSEPH, A. An investigation by telemetering of the activity of some muscles in walking. Med. biol. Engng. 4: 125-35, 1966.
- BEEVOR, C.E. The Cronian Lectures Muscular Movements and their representation in the Central Nervous System. Lancet. 1717-9, 1903.
- BENNINGHOFF, A. & GOERTTLER, K. Muskeln des Unterschenkels. In: _____ & _____. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. München, Urban, 1968. v. 1, p. 356-358.
- BERTELLI, D. Muscoli anteriori. In: BALLI, R. Trattato di anatomia humana. 2. ed. Milano, F. Vallardi, 1932. p. 213-214 (Biblioteca Medica Italiana).
- CARLSOO, S. Influence of frontal and dorsal loads on muscle activity and on the weight distribution in the feet. Acta. orthop. scand., 34: 299-309, 1964.
- _____. The initiation of walking. Acta. Anat., 65: 1-9, 1966.
- CHIARUGI, G. Muscoli della gamba. _____. Instituzioni di anatomia dell'uomo. 4. ed. Milano, Soc. Editrice Libreria, 1936. v. 2, p. 229-230.
- _____ & BUCCIANTE, L. Muscoli della gamba. In: _____ & _____. Instituzione di anatomia dell'uomo. 14. ed. Milano, Francesco Vallardi, 1972. v. 2, tl, p. 327-330.

- CHRISTENSEN, J.B. & TELFORD, I.R. Anterior compartment of the leg. In: _____ & _____. Synopsis of gross anatomy. 2. ed. New York, Harper & Row, 1972. p. 166-167.
- COOPER, S. & ECCLES, J.C. The isometric response in mamalian muscle. J. Physiol., 69, 337-85, 1930.
- CRUVEILHIER, J. Muscles de la jambe. In: _____. Traité d'anatomie descriptive. 5. ed. Paris, Asselin, 1871. p. 750-752.
- DANIELS, L. & WORTHINGHAM, C. Provas de Função Muscular. 3 ed. Interamericana. Rio de Janeiro, 1975. p. 56-58 e 64-65.
- DIDIO, L.J.A. Perna. In: _____. Sinopse de anatomia. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1974. p. 213-215.
- DUCHENNE, G.B. Electrophysiology. In: KAPLAN, E.B., ed. Physiology of Motivation; demonstrated by means of electrical stimulation and clinical observation and applied to the study of paralysis and deformities. Philadelphia, Lippincott, 1949.
- EBERT, H. Morphologische und funktionelle Analyse des Musculus Masseter. Z. f. Anat., 109: 790-802, 1939.
- FAZZARI, I. Anatomia Umana Sistemática. 2. ed. Torino, Torinese, 1971. p. 229.

FEINSTEIN, B.; LINDEGARD, B.; NYMAN, E. & WOHLFART, G.

Morphologic studies of motor units in normal human muscles.

Acta. Anat., 23 (2): 127-42, 1955.

FENEIS, H. Ueber die Anordnung und die Bedeutung des
Bindegewebes Fueh die Mechanik der Skelettmuskulatur.

Morph. Jahrb., 76: 162-202, 1935.

FINLEY, F.R.; CODY, K.A. & FINIZIE, R.V. Locomotion pattern
in elderly woman. Archs. phys. Med., 50: 140-6, 1969.

FORT, J.A. Muscles de la jambe; région antérieure.

In: _____. Anatomie descriptive et dissection. 6. ed.

Paris, Vigot Frères, 1902. v. 2, p. 514-516.

GARDNER, E.; GRAY, D.J. & O'RAHILLY. A perna. In: _____;

_____ & _____. Anatomia; estudo regional do corpo
humano. 4. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1978.

p. 222-230.

_____ & OSBURN, W.A. Anatomia humana; estrutura do corpo.

São Paulo, Atheneu, 1971. p. 190.

GERARD, G. Muscles de la jambe. In: _____. Manuel

d'anatomie humaine. 2. ed. Paris, Masson, 1921,

p. 651-655.

GIAN, M. Anenômetro digital. Revta. Eletrôn., (50): 14-8,

1976.

- GRANT, J.C.B. Muscles of the front of the leg. In: Schaeffer, J.P., ed. Morri's human anatomy; a complete systematic treatise. 11. ed. New York, McGraw-Hill, 1953.
- GRAY, H. The muscles and fasciae of the leg. In: Goss, C.M., ed. Anatomy of the human body. 27. ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1962. p. 543-544.
- _____ & BASMAJIAN, J.V. Electromyography and cinematography of leg and foot ("normal" and flat) during walking. Anat. Rec., 161: 1-16, 1968.
- _____. The role of leg muscles in variations of the arches in normal and flat feet. Am. Phys. Th. Assoc. 49: 1084-8, 1969.
- HEITZMANN, C. I muscoli della parte anteriore ed esterna della gamba. In: _____. Anatomia umana; descrittiva e topografica. Modena, E. Sarasino, 1890. p. 199.
- HICKS, J.H. The three weight bearing mechanisms of the foot. In: EVANS, F.G., ed. Biomechanical studies of the musculo skeletal system. Springfield, C. C. Thomas, 1961. p. 161-191.
- HIRSCHEBERG, G.G. & NATHANSON, M. Electromyographic recording of muscular activity in normal and spastic gaits. Archs. phys. Med., 33: 217-25, 1952.
- HOUTZ, S.J. & FISHER, F.J. An analysis of muscle action and joint excursion during exercise on a stationary bicycle. J. Bone Jt Surg., 41 A: 123-31, 1959.

- INMAN, V.T.; SAUNDERS, J.B.C.M. & ABBOT, L.C. Observations on the shoulder joint. J. Bone Jt Surg., 26: 1-30, 1944.
- JOSEPH, J. & NIGHTINGALE, A. Electromyography of muscles of posture: leg muscles in males. J. Physiol., 117: 484-91, 1952.
- _____; _____ & WILLIAMS, P.L. A detailed study of the electric potentials recorded over some postural muscles while relaxed and standing. J. Physiol., 127: 617-25, 1955.
- _____ & _____. Electromyography of muscles of posture: leg and thigh muscles in women, including the effects of high heels. J. Physiol., 132: 465-68, 1956.
- _____ & WATSON, R. Telemetering electromyography of muscles used in walking up and down stairs. J. Bone Jt Surg., 49 B: 774-80, 1967.
- _____. The pattern of activity of some muscles in women walking in high heels. Ann. Phys. Me. 9: 295-99, 1968.
- _____. Fâscia e músculo da perna. In: Hamilton; W. J., ed. Tratado de anatomia humana. 2. ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1982. p. 196-200.
- KELLEY, D.L. Kinesiology, fundamentals of motion description. New Jersey, Prentice-Hall, 1971. p. 208-209.
- KENDALL, H.D.; KENDALL, F.P. & WADSWORTH, G.E. Músculos; pruebas y funciones. Barcelona, Jims, 1974. 157 p.

- KOLB, H. Morphologische und funktionelle Analyse des M. Tibialis anterior. Z.f. Anat., 106: 770-81, 1937.
- KOPSCH, F. Muskeln des Gesäßes und des rechten Oberschenkels von der Seite. In: _____. Rauber-Kopsch Lehrbuch und atlas der Anatomie des Menschen. Leipzig, Georg Thieme, 1952. v. 1, p. 585-588
- LEONEL JOSÉ, J. Análises eletromiográficas da ação conjugada dos músculos bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso, no movimento de flexão, em bicicleta ergométrica. São Paulo, 1981. Tese (Doutoramento) Universidade de São Paulo.
- LOCKHART, R.D.; HAMILTON, G.F. & FYFE, F.W. Músculos da perna e pé. In: : ____; _____ & _____. Anatomia do corpo humano. 2. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1983. p. 235-236
- NAPONIELLO, L.V. An electromyographic study certain muscles in the easy standing position (abstract). An. Rec.; 127-339, 1957
- O'CONNELL, A.L. & MORTENSEN, D.A. An electromyographic study of the leg musculature during movements of the free foot and during standing. Anat. Rec., 127: 342, 1957.
- _____. Electromyographic study of certain leg muscles during movements of the free foot during standing. Am. J. phys. Med., 37: 289-301, 1958.

- ORTS LLORECA, F. Musculos de la pierna o largos del pie y de los dedos. In: _____. Anatomia humana. 2. ed. Barcelona, Cientifico-Medica, 1959. v. 1, p. 438-447.
- PAGE, S. Structure of the sarcoplasmic reticulum in vertebrate muscles. Br. med. Bulh., 24: 170-3, 1968.
- RALSTON, H.J. et al. Dynamic Features of Human Isolated Voluntary muscle in Isometric and Free Contractions. J. Appl. Physiol., 1: 526-33, 1949.
- RASCH, P.J. & BURKE, R.K. Kinesiologia y anatomia aplicada. 2. ed. Barcelona, Ateneo, 1967. p. 321.
- ROUD, A. Mecanisme des articulations et des muscles de l'homme. Paris. Bailliere & Fils, 1913, p. 197-199.
- SAPPEY, C. Muscles de la jambe. In: _____. Traité d'anatomie descriptive. 2. ed. Paris, Adrien Delahaye, 1869. v. 2, p. 421-422.
- SHEFFIELD, F.J.; GERSTEN, J.W. & MASTELLONE, A.F. Electromyographic study of the muscles of the foot in normal walking. Am. J. phys. Med., 35: 223-36, 1956.
- SNELL, R.S. A região anterior da perna. In: _____. Anatomia. 2. ed. Rio de Janeiro, MEDSI, 1984. p. 481-487
- SOBOTTA, J. & BECHER, P.H. Muskeln des Unterschenkels. In: _____ & _____. Atlas der deskriptiven Anatomie des Menschen. Munchen, Urban, 1957. p. 296-297.

- SOUSA, O.M. Aspectos da arquitetura e da ação dos músculos estriados, baseada na eletromiografia. Folia clín. biol., 28: 12-42, 1959
- SPALTEHOLZ, W. & SPANNER, R. Muskeln des Unterschenkels und des fusses mit ihrem Sehnen-Haltebandern, reticular, von lateral. In: _____ & _____. Handatlas der anatomie des menschen. Med. Amsterdam, Scheltema & Holkema, 1966. v. 1, p. 203-204
- SPALTEHOLZ, W. Músculos de la rodilla derecha, lado externo. In: _____. Atlas de anatomia humana. 9 ed. Barcelona, labor, 1975. p. 436
- STEINDLER, A. The muscle dynamics of the foot. In: _____. Kinesiology of the human body; under normal and pathological conditions. Spring, C.C. Thomas, 1955. p. 389-392.
- SUZUKI, R. Function of the leg and foot muscles from the view point of the electromyogram. J. Jap. Orthop. Surg. Soc., 30: 775-86, 1956
- TESTUT, L. & LATARJET, A. Muscles du membre inférieur. In: _____ & _____. Précis d'anatomie descriptive. 14 ed. Rio de Janeiro, Dois Mundus, 1944. p. 228-250.
- TITTEL, K. Muskeln des Unterschenkels. In: _____. Beschreibende und funktionelle anatomie des menschen. 4. ed. Jena, G.F. Verlag, 1963. p. 281-287

- VALENTI, G. Músculo tibiali anteriore. In: _____.
Compendio di anatomia dell'uomo. 4. ed. Milano, F.
 Villardi, 1951. v. 1, p. 446-447
- VOSS, H. & HERRLINGER, R. Musculos largos. In: _____ &
 _____. Anatomia humana. 3. ed. Buenos Aires, El
 Ateneo, 1974. v. 1, p. 95-99
- WARWICK, R. & WILLIAMS, P.L. Gray's Anatomy. 35^a ed.
 Longman. Longman Group Ltd. 571-572 pp., 1973
- WELLS, K.S. Locomotion; walking and runing. In: _____.
Kinesiology; the scientific basis of human motion. 5. ed.
 Philadelphia, Saunders, 1971. cap. 22, p. 410-427
- WOODBURNE, R.T. Essentials of Human Anatomy. 3. ed. New
 York. Oxford Univ. 1965, p. 598