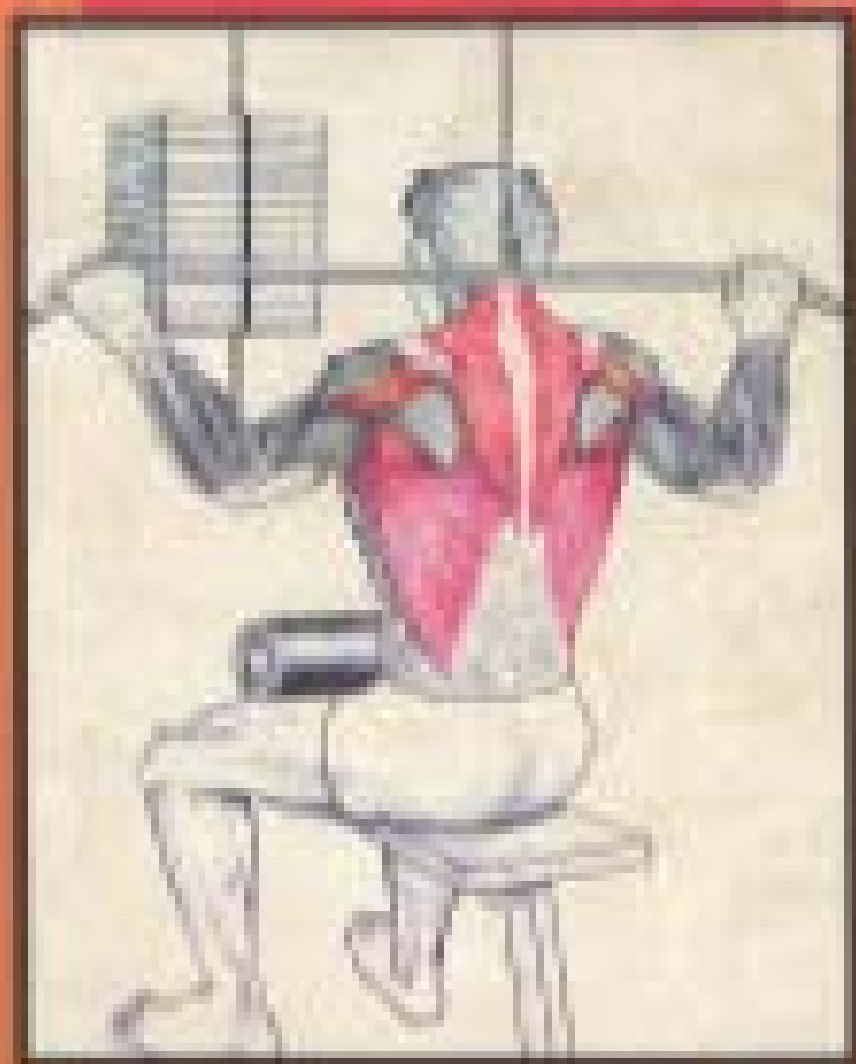


biomecânica da **MUSCULAÇÃO**



Elaboração de Arnaldo Campos



Maurício de Arruda Campos

biomecânica **da MUSCULAÇÃO**

2000



Direitos exclusivos para a língua portuguesa
Copyright© 2000 by EDITORA SPRIINT LTDA.
Rua Adolfo Mota, 69 - Tijuca
CEP 20540-1 00 - Rio de Janeiro- RJ
Tel. : 0XX-21-2 64-8080 / OXX-21-567-0295 - Fax: 0XX-21-284-9340
e-mail: sprint@prini.com.br home page: www.sprint.com.br

Reservados todos os direitos.

Proibida a duplicação ou reprodução desta obra, ou de suas partes, sob quaisquer formas ou por quaisquer meios (eletrônico, mecânico, gravação, fotocópia ou outros) sem o consentimento expresso, por escrito, da Editora.

Capa: João Renato Teixeira e Teresa Perrotta
Editoração: F.A. Editoração
Ilustrações: Avaz
Revisão: Cristina da Costa Pereira

CIP-Brasil. Catalogação na fonte.
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ.

C214b

Campos, Maurício de Arruda.

Biomecânica da musculação/ Maurício de Arruda Campos.

- Rio de Janeiro: Sprint, 2000

inclui bibliografia

ISBN 85-7332-115-6

1. Biomecânica 2. Musculação - Aspectos fisiológicos

3. Mecânica humana I. Título.

00-0191

CDD 612.76

CDU 612.67

180200 220200

008515

Deposito legal na biblioteca nacional, conforme
Decreto nº 1825 de 20 de dezembro de 1967
Impresso no Brasil I
Printed in Brazil

Maurício de Arruda Campos

Professor de cinesiologia, biomecânica e ginástica de academia e musculação da Faculdade de Educação Física da Universidade de Franca - UNIFRAN.

Professor de cinesiologia e ginástica de academia da Faculdade de Educação Física da União das Faculdades Claretianas de Batatais - UNICLAR.

Professor do Curso de Pós-graduação em Nutrição e Condicionamento físico da UNICLAR.

Diretor Técnico Científico da Confederação Brasileira de Culturismo, Musculação e Fitness.

Professor da Academia Físico e Forma de Batatais.

DEDICATÓRIA

Dedico este livro a todas as pessoas que influenciam minha vida: à minha querida esposa Roberta, que sempre me incentiva e tem marcante colaboração em meus projetos, profissionais; à minha mãe Nilze, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos e é um exemplo de mulher; a meu pai José Murillo que, por ser um excepcional pai e professor universitário de Educação Física, é minha inspiração e orgulho tanto em minha vida profissional como pessoal; aos meus irmãos Maria Rita, Denise, Raquel e Marcelo pelo amor que têm por mim.

APRESENTAÇÃO

A biomecânica é uma das áreas da cinesiologia que melhor proporciona um profundo entendimento sobre o movimento humano. O conhecimento de vários princípios biomecânicos favorece a qualidade do programa de treinamento resistido, por proporcionar uma capacidade, ao profissional, de discernir e prescrever os melhores exercícios para cada cliente.

Este livro foi elaborado para colaborar com os profissionais que trabalham com exercícios resistidos, tanto na prescrição do exercício como na orientação da técnica correta e eficiente, através do conhecimento biomecânico dos aparelhos utilizados em musculação e de alguns dos exercícios mais executados pelos praticantes de exercícios resistidos.

O primeiro capítulo proporciona a base biomecânica do movimento humano relacionada ao treinamento de força e dos diversos aparatos utilizados atualmente no treinamento resistido.

Os capítulos seguintes são análises biomecânicas de exercícios de musculação, utilizando os princípios biomecânicos comentados no capítulo 1, portanto, a prévia leitura do primeiro capítulo é fundamental para um bom entendimento das análises dos exercícios nos capítulos subsequentes.

Boa leitura!
Maurício de Arruda Campos

Sumário

DEDICATÓRIA	5
APRESENTAÇÃO	6
PARTE 1: BIOMECÂNICA	9
Capítulo 1	10
Bases Biomecânicas da Musculação	10
Cinemática - Descrição de Movimento	10
Principais Tipos de Movimento do Corpo Humano	10
Localização do Movimento	11
Articulações: Movimentos e Amplitudes	12
Cinética: Análise de Forças	18
Tipos de Dispositivos para Treinamento Resistido	33
PARTE 2: O MEMBRO INFERIOR	38
Capítulo 2	39
O Tornozelo	39
Exercícios para o Tornozelo	39
Flexão Plantar com o Joelho Estendido	39
Flexão Plantar com o Joelho Flexionado	41
Flexão Dorsal	42
Capítulo 3	44
O Joelho	44
Exercícios Para o Joelho	44
Extensão do Joelho na Cadeira Extensora	44
Flexão do Joelho na Mesa Flexora	47
Flexão do Joelho na Cadeira Flexora	50
Capítulo 4	52
O Quadril e a Pelve	52
Exercícios para a Articulação do Quadril e Pelve	52
Flexão do Quadril	52
Extensão do Quadril no Aparelho (em Pé)	54
Extensão do Quadril no Aparelho (em Decúbito Ventral)	57
Adução do Quadril	58
Adução na Cadeira Adutora	59
Abdução do Quadril	60
Abdução na Cadeira Abdutora	62
Capítulo 5	63
Exercícios Combinados	63
Exercícios Combinados de Quadril e Joelho	63
Agachamento Com Barra	63
Agachamento Horizontal com aparelho	65
PARTE 3: O TRONCO	70
Capítulo 6	71
Exercícios Abdominais	71
Flexão da Coluna	71
Análise Biomecânica do Exercício	72
Flexão da Coluna no Aparelho	73

Análise Biomecânica do Exercício	74
Flexão da Coluna com Elevação do Quadril	74
Análise Biomecânica do Exercício	75
Flexão da Coluna no Puxador Vertical	76
Análise Biomecânica do Exercício	76
Rotação da Coluna	77
Análise Biomecânica do Exercício	78
Compressão Abdominal	79
Análise Biomecânica do Exercício	79
Exercícios para a Região Dorsal	79
Extensão da Coluna na Bola	80
Análise Biomecânica do Exercício	80
Extensão da Coluna e Quadril (com fixação do membro inferior).....	81
Análise Biomecânica do Exercício	81
PARTE 4: O MEMBRO SUPERIOR	83
Capítulo 7	84
O Ombro	84
Exercícios para o Ombro	84
Supino Reto com Barra	84
Crucifixo Deitado (com Cabo ou Elástico)	87
Supino Reto (Com Halteres)	88
Peitoral no Aparelho.....	89
Crucifixo Inverso	90
Elevação Lateral (com Halteres)	91
Remada.....	94
Análise Biomecânica do Exercício	95
Remada Curvada Unilateral	95
Puxador Vertical	97
Remada com Elástico	99
Análise Biomecânica do Exercício	99
Desenvolvimento por Trás	100
Crucifixo Inverso no Supino Inclinado	102
Capítulo 8	104
O Cotovelo	104
Exercícios para o Cotovelo	104
Rosca Scott no Aparelho.....	104
Rosca Scott com Peso Livre	105
Rosca Direta	107
Rosca Inversa	107
Extensão Unilateral do Cotovelo	108
Tríceps Testa	110
Capítulo 9	112
O Punho	112
Exercícios para o Punho.....	112
Flexão Ulnar Com Halteres	112
Flexão Radial Com Halteres	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116

PARTE 1: BIOMECÂNICA

Capítulo 1

Bases Biomecânicas da Musculação

Cinemática - Descrição de Movimento

O esqueleto humano é um sistema de componentes ou alavancas. Uma alavanca pode ter qualquer forma, e qualquer osso longo pode ser visualizado como uma barra rígida que pode transmitir e modificar força e movimento.

A cinemática envolve termos que permitem a descrição do movimento humano. As variações cinemáticas para um dado movimento incluem:

- a) O tipo de movimento que está ocorrendo.
- b) O local do movimento.
- c) A magnitude do movimento.
- d) A direção do movimento.

Principais Tipos de Movimento do Corpo Humano

Há dois tipos principais de movimento que podem ser atribuídos a quase todos os ossos (ou caminhos que um osso pode percorrer). O esqueleto humano é composto de pequenas alavancas ósseas. Pode-se descrever a trajetória feita pelo corpo como um todo ou descrever a trajetória feita por uma ou mais de suas alavancas componentes.

Movimento Rotatório (angular) - é o movimento de um objeto ou segmento em volta de um eixo fixo (ou relativamente fixo), percorrendo uma trajetória curvilínea.

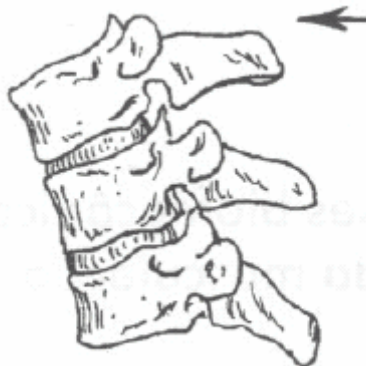


Figura 1 A flexão da coluna é um exemplo de movimento rotatório

Movimento Translatório (linear) - é o movimento de um objeto ou segmento em uma linha reta. Cada ponto do objeto move-se através da mesma distância, ao

mesmo tempo, em trajetórias paralelas. Movimentos translatórios verdadeiros de uma alavanca óssea, sem a concomitante rotação articular, podem ocorrer em pequena extensão, quando um osso é puxado para longe de sua articulação (descompressão) ou empurrado diretamente no sentido desta articulação (compressão).



Figura 2a Forças compressivas



Figura 2b Forças descompressivas na coluna vertebral

Embora pensemos nos músculos como estruturados para realizar movimentos de rotação articular, é importante lembrar que muitas forças exercidas no corpo (incluindo as forças musculares) têm componentes que tendem a produzir movimentos não só rotatórios como translatórios. Os movimentos translatórios nas articulações do corpo humano, até quando realizados em pequenas magnitudes, são importantes para entendermos o estresse e a estabilidade articular.

Localização do Movimento

Uma descrição cinemática de um movimento deve incluir os segmentos e articulações sendo movidas, bem como o lugar, ou plano, do movimento.

Os planos de movimento são chamados de transversal, sagital e frontal.

Os movimentos de flexão, extensão e hiperextensão, por exemplo, são realizados no plano sagital e possuem um eixo frontal.

A flexão lateral, adução e abdução são realizadas no plano frontal (ou coronal) e sobre o eixo sagital.

A maioria dos movimentos de rotação medial e lateral é realizada no plano transversal e sobre o eixo longitudinal (ou vertical).

Articulações: Movimentos e Amplitudes

O conhecimento dos movimentos possíveis e seguros de cada articulação do corpo humano, bem como dos graus de amplitude de cada movimento articular, proporciona uma importante diretriz para uma correta análise biomecânica e, conseqüentemente, cinesiológica.

As principais articulações relacionadas à maioria dos movimentos do corpo humano, durante exercícios de musculação, estão descritas a seguir.

Tornozelo - Esta articulação realiza movimentos de dorsiflexão (ou flexão dorsal), flexão plantar, inversão e eversão.

O movimento de dorsiflexão é realizado numa amplitude média de 15°-20° (15° com o joelho estendido e 20° com o joelho flexionado).

A amplitude de movimento para a flexão plantar é de aproximadamente 45°.

A dorsiflexão e a flexão plantar acontecem no plano sagital sobre o eixo frontal.

Os movimentos de inversão e eversão, apesar de ocorrerem na articulação subtalar, são geralmente considerados como movimentos do tornozelo.

Joelho - Articulação do tipo gínglimo (ou dobradiça) modificada. Os movimentos desta articulação são flexão, extensão, rotação medial e rotação lateral.

A amplitude de movimento para a flexão do joelho é de 140°.

A rotação ocorre durante os movimentos de flexão e extensão do joelho e é realizada entre a tíbia e o fêmur. Com o fêmur fixo, o movimento que acompanha a flexão é uma rotação medial da tíbia sobre o fêmur; com a tíbia fixa, o movimento que acompanha a flexão é uma rotação lateral do fêmur sobre a tíbia.

Com o fêmur fixo, o movimento que acompanha a extensão é uma rotação lateral da tíbia sobre o fêmur; com a tíbia fixa o movimento que acompanha a extensão é uma rotação medial do fêmur sobre a tíbia.

Quadril - Articulação do tipo esferóide formada pela fossa do acetábulo e a cabeça do Fêmur.

Os movimentos desta articulação são: flexão, extensão, abdução, adução, rotação medial, rotação lateral, circundução.

Quando o quadril está flexionado é possível realizar os movimentos de adução e abdução transversal desta articulação.

As amplitudes médias para os principais movimentos são: flexão 125°, extensão 10°, abdução 45° e adução 10°.

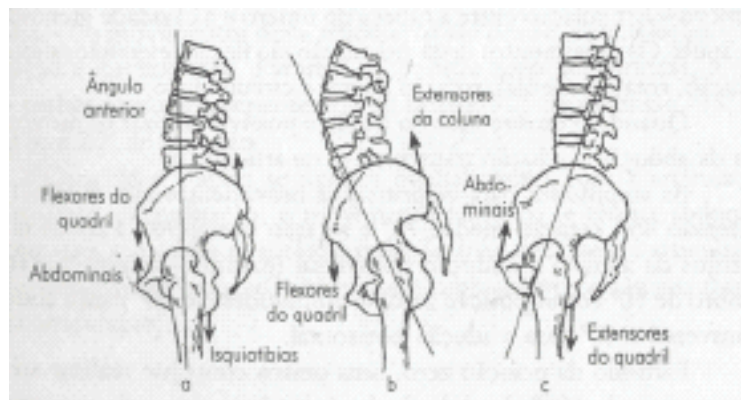
Amplitudes maiores que estas dependem de um movimento combinado com a pelve e a coluna. Por exemplo, 90° de abdução só acontecem com 45° de abdução do quadril combinados com inclinação lateral da pelve e flexão da coluna lombar.

Pelve - Articulação entre a pelve e a coluna lombar e entre a pelve e o fêmur.

Na postura anatômica, a espinha ilíaca ântero superior (E.I.A.S.) fica alinhada com a sínfise púbica no plano frontal.

Quando a E.I.A.S. desloca-se anteriormente em relação à sínfise púbica ocorre uma anteversão ou inclinação anterior da pelve. Como a coluna e o fêmur se articulam com a pelve, a anteversão ocorre concomitantemente com uma hiperextensão da coluna lombar e uma flexão do quadril.

Quando a E.I.A.S. desloca-se posteriormente em relação à sínfise púbica ocorre uma retroversão ou inclinação posterior da pelve. Com a retroversão a coluna lombar realiza uma flexão e o quadril uma extensão.



O movimento em que uma E.I.A.S. de um lado fica mais alta que a do outro lado chama-se inclinação lateral da pelve. Juntamente com este movimento o uma flexão lateral da coluna lombar com uma abdução de uma articulação do quadril e adução da outra.

Coluna - Os movimentos da coluna são flexão, extensão, hiperextensão, rotação para a direita (ou no sentido horário), rotação para a esquerda (ou no sentido anti-horário), flexão lateral e circundução.

Estes movimentos variam de amplitude entre as regiões da coluna.

A expressão "encaixar o quadril", muito utilizada em academias de musculação para movimentos na posição em pé, é uma retroversão da pelve. A retroversão da pelve flexiona a coluna lombar e isto diminui a capacidade da coluna em suportar grandes cargas, motivo pelo qual esta postura não deve ser recomendada.

Escápula - Realiza os movimentos de abdução, adução, elevação, depressão, rotação superior e rotação inferior.

Os movimentos de rotação superior e inferior dependem respectivamente de abdução e adução da articulação do ombro.

A inclinação anterior da escápula ocorre no eixo frontal, com um movimento ântero-inferior do processo coracóide e conseqüente movimento pósterio-superior do ângulo inferior da escápula. Este movimento é associado com elevação da escápula.

Ombro - Articulação entre a cabeça do úmero e a cavidade glenóide da escápula. Os movimentos desta articulação são: flexão, extensão, abdução, adução, rotação medial, rotação lateral e circundução.

Quando o ombro está em flexão é possível realizar os movimentos de abdução e adução transversal desta articulação.

As amplitudes para os principais movimentos são: flexão 120°, extensão 45°, rotação medial 70° e rotação lateral 90°. Para os movimentos de adução e abdução transversal (partindo de uma flexão do ombro de 90° como posição zero) as amplitudes são 90° para a abdução transversal e 40° para a adução horizontal.

Partindo da posição zero, uma pessoa consegue realizar até um pouco mais de 180° de abdução horizontal, porém, este movimento não é realizado somente pela articulação glenoumeral, mas pela adução da escápula e rotação da coluna vertebral.

A adução transversal também pode ser feita em amplitudes maiores que 40°, porém, com concomitante abdução da escápula e rotação da coluna vertebral.

Cotovelo - Articulação do tipo gínglimo (ou dobradiça) formada pela articulação do úmero com o rádio e a ulna.

Os movimentos realizados por esta articulação são flexão e extensão e acontecem no plano sagital sobre o eixo frontal.

A amplitude média para flexão é de 145° . Esta amplitude pode diminuir no caso de uma grande hipertrofia dos flexores do cotovelo e dos flexores do punho.

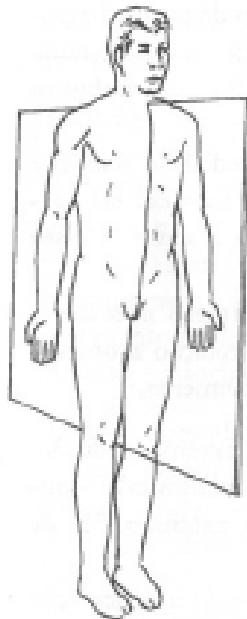
Rádio-Ulnar - Articulação que realiza os movimentos de pronação (rotação medial do rádio sobre a ulna) e supinação (rotação lateral do rádio sobre a ulna). A amplitude normal de movimento é 90° para ambos os movimentos.

É muito comum a confusão entre rotação medial do ombro e pronação ou rotação lateral do ombro e supinação. Para a correta análise destes movimentos, o observador deve focalizar a alavanca óssea que se movimenta.

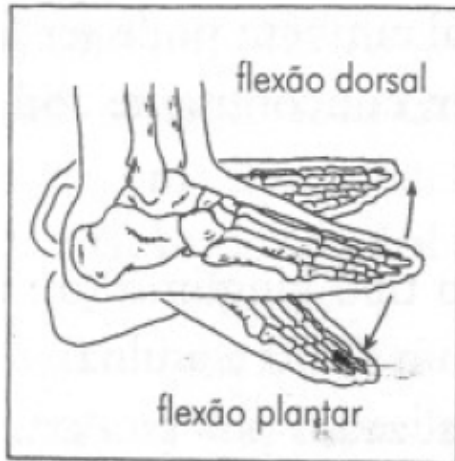
Na rotação medial ou lateral do ombro, o úmero necessariamente se movimenta. O mesmo não acontece se a rotação acontecer na articulação rádio-ulnar onde o rádio é que se movimenta.

Punho - Os movimentos desta articulação são flexão, extensão, adução, abdução e circundução. Partindo da posição zero (anatômica), o punho realiza aproximadamente 80° de flexão, 70° de extensão, 35° de adução e 20° de abdução.

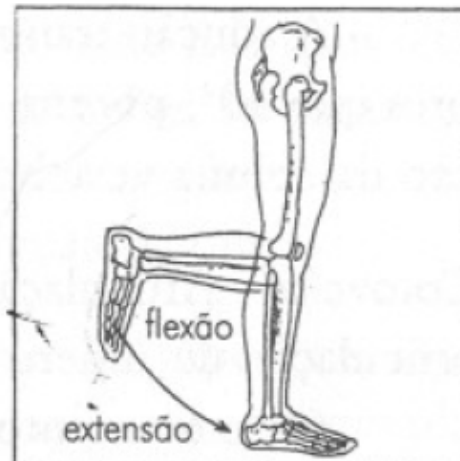
Quando o punho se desloca medialmente, com a articulação rádio-ulnar em pronação, o movimento também se chama abdução. Apesar de a mão estar se aproximando da linha mediana, a articulação rádio-ulnar, nesta situação, não está em supinação (posição anatômica desta articulação).



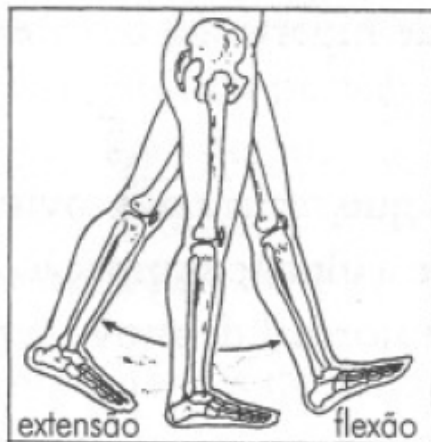
Movimentos articulares no plano sagital (com o eixo frontal)



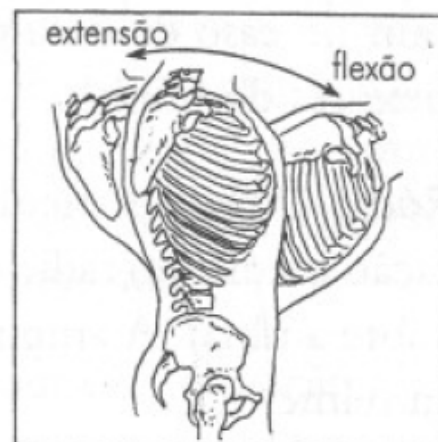
Tornozelo



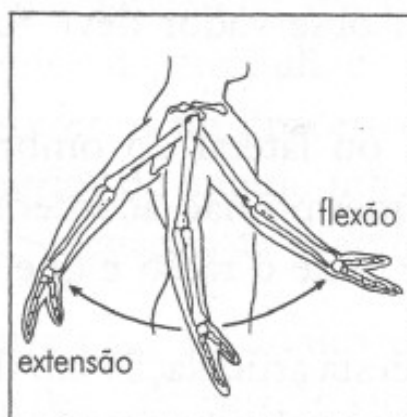
Joelho



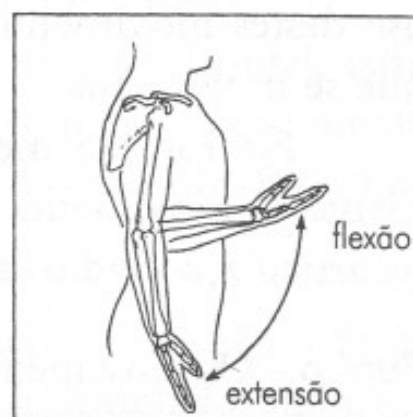
Quadril



Coluna



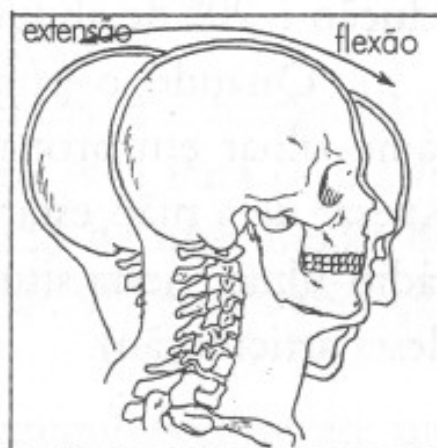
Ombro



Cotovelo

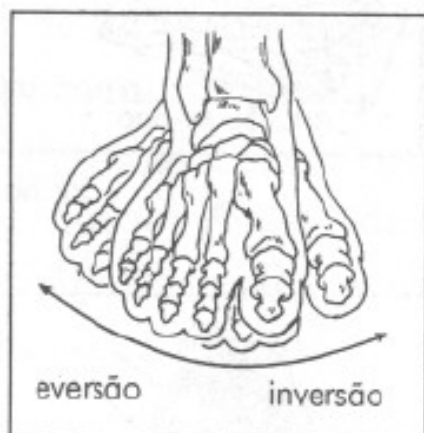


Punho

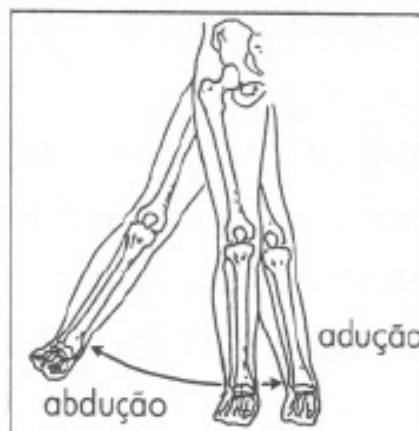


Coluna

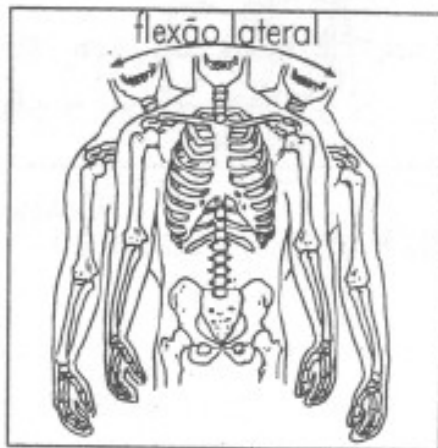
Movimentos articulares no plano frontal (com o eixo sagital)



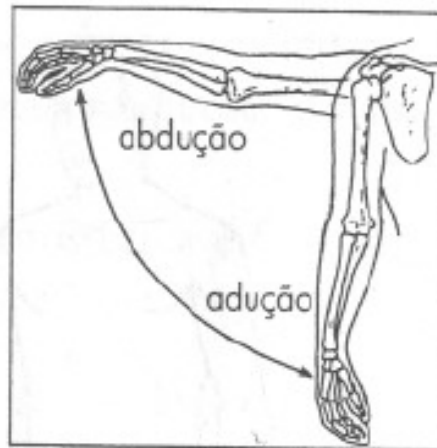
Tornozelo



Quadril



Coluna



Ombro



Punho



Coluna

Cinética: Análise de Forças

Definição de Forças

Força é definida como uma ação exercida por um objeto sobre outro. Este conceito só pode ser usado para descrever as forças encontradas na avaliação do movimento humano.

Forças externas são forças que agem no corpo ou segmento, que provêm de fontes fora do corpo. A gravidade é uma força que, em condições normais, constantemente afeta todos os objetos e, por esta razão, deve ser a primeira força externa a ser considerada no corpo humano.

Forças internas são forças que agem no corpo, provenientes de fontes internas do corpo humano como músculos, ligamentos e ossos.

As forças internas servem para neutralizar aquelas forças externas que danificam a integridade e estabilidade da estrutura articular do corpo humano.

Outras formas de força incluem pressão atmosférica e fricção.

Vetores de Força

Um vetar é tradicionalmente representado por um traço que:

- 1) Tem uma base no objeto na qual a força está agindo (ponto de aplicação).
- 2) Tem um corpo e uma seta na direção da força sendo exercida (linha de ação).
- 3) Tem um comprimento que representa a quantidade de força sendo aplicada (magnitude).

Força da Gravidade

Gravidade é a atração que a massa da Terra exerce sobre outros objetos e, na superfície terrestre, tem uma magnitude média de $9,8 \text{ m/s}^2$. A força da gravidade da peso aos objetos de acordo com a fórmula a seguir:

Peso = Massa x aceleração da gravidade ou $P = m \times g$

A gravidade age em todos os pontos de um objeto ou segmento de um objeto. Seu ponto de aplicação é dado como centro de gravidade do objeto ou segmento. O centro de gravidade é um ponto hipotético no qual a massa parece estar concentrada e o ponto em que a força da gravidade parece agir.

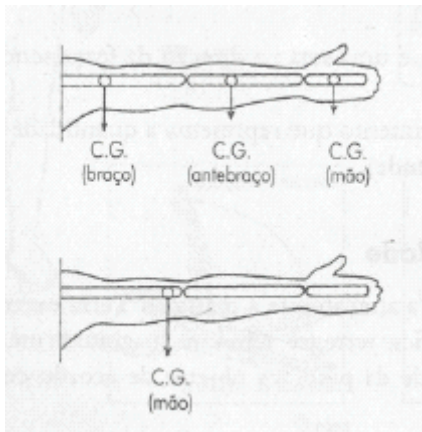
Num objeto simétrico, o centro de gravidade (CG) está localizado no centro geométrico do objeto. Num objeto assimétrico, o CG está localizado em direção à extremidade mais pesada, num ponto em que a massa está igualmente distribuída em volta.

*** Importante:**

A linha de ação e direção da força da gravidade, agindo no objeto, está sempre na vertical em direção ao centro da Terra, independentemente da orientação do objeto no espaço.

Centros de Gravidade Segmentados

A força da gravidade age em cada segmento do corpo que terá seu próprio centro de gravidade (fig.1.8 a). Se dois ou mais segmentos se movimentam juntos, como um segmento único, a gravidade, agindo nestes segmentos, pode ser representada por um único vetar de CG



(fig.1.8b).

Centro de Gravidade no Corpo Humano

Quando todos os segmentos do corpo estão combinados e o corpo é dado como um único sólido objeto na posição anatômica, o centro de gravidade fica aproximadamente anterior à segunda vértebra sacral. A posição precisa do CG para uma pessoa depende de suas proporções e tem a magnitude igual ao peso da mesma.

Em outras posições do corpo humano o CG altera. A quantidade de mudança no CG depende do grau de desproporção em que o segmento se desloca.

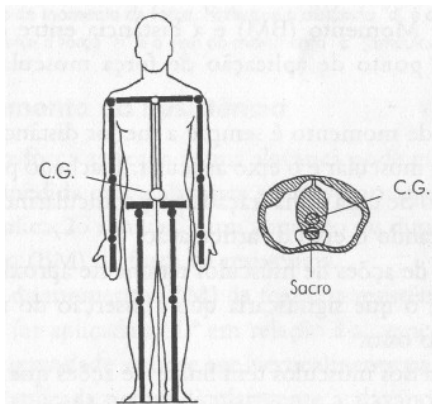


Fig. 1.9 - Centro de gravidade do corpo na posição anatômica

Relação entre Estabilidade e Centro de Gravidade

Para a manutenção do equilíbrio do corpo humano, a linha de gravidade deve estar, sempre, em cima da base de suporte (que no corpo humano são os pés).

Quando o corpo se movimenta e o centro de gravidade se move para fora da base de suporte, o indivíduo perde o equilíbrio.

Dado que a linha de gravidade (LG) deve cair sobre a base de suporte para estabilidade, dois fatores adicionais afetam a estabilidade do corpo:

- O tamanho da base de suporte de um objeto.
- A proximidade do CG da base de suporte

Relocalização do Centro de Gravidade

A localização do CG do objeto não depende somente da disposição do segmento no espaço, mas também da distribuição da massa deste objeto.

Toda vez que é adicionada uma massa externa ao nosso corpo o novo CG, devido à massa adicionada, se deslocará em direção ao peso -adicional. O deslocamento será proporcional ao peso adicionado.

Braço de Momento de Força

Braço de Momento (BM) é a distância entre o eixo de uma articulação e o ponto de aplicação de força muscular (inserção do músculo).

O braço de momento é sempre a menor distância entre a linha de ação da força muscular e o eixo articular. É achado pela mensuração do comprimento de uma linha traçada perpendicularmente ao vetor de força e intersectando o eixo da articulação.

As linhas de ações de músculos raramente aproximam-se de um ângulo de 90°, o que significaria que a inserção do músculo estaria perpendicular ao osso.

A maioria dos músculos tem linhas de ações que são muito próximas de paralelas aos ossos em que estão inseridos.

Quanto maior for o braço de momento (BM) para um determinado músculo maior será o torque produzido pelo músculo para a mesma magnitude de força.

****Importante:***

Dada uma constante força de contração, o torque gerado pelo músculo será o maior no ponto em que a linha de ação do músculo estiver mais longe do eixo da articulação.

O braço de momento (BM) de qualquer força será o maior quando a força for aplicada a 90° ou o mais próximo possível de 90° em relação à sua alavanca.

O ângulo de aplicação de força muscular não é diretamente relacionado com o ângulo articular.

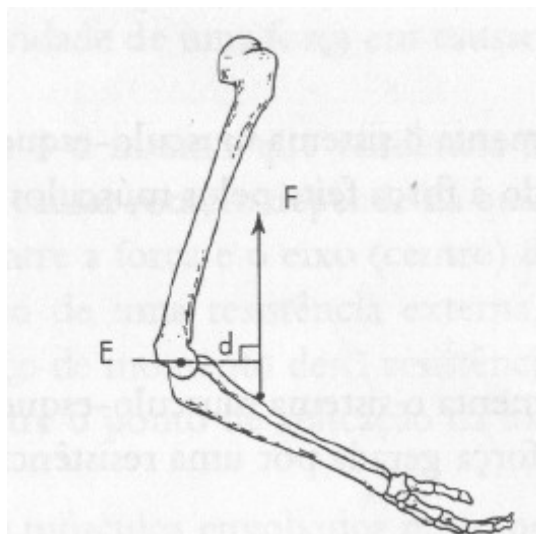


Fig. 1.10 - Braço de momento de força. Note que a distância "d" é a menor distância perpendicular entre a força "F" e o eixo do movimento "E" (articulação do cotovelo).

Braço de Momento da Resistência

Qualquer força aplicada a uma alavanca pode mudar seu ângulo de aplicação à medida que a alavanca se move no espaço. A mudança no ângulo de aplicação resultará num aumento ou diminuição no Braço de Momento (BM) da força da resistência.

O braço de momento (BM) da força da resistência será o maior quando a força for aplicada a 90° em relação à alavanca.

Como a gravidade sempre age verticalmente para baixo, a força da gravidade é aplicada perpendicularmente à alavanca, sempre que a alavanca está paralela ao chão.

Quando uma alavanca do corpo está paralela ao chão, a gravidade, agindo naquele segmento, exerce seu máximo torque.

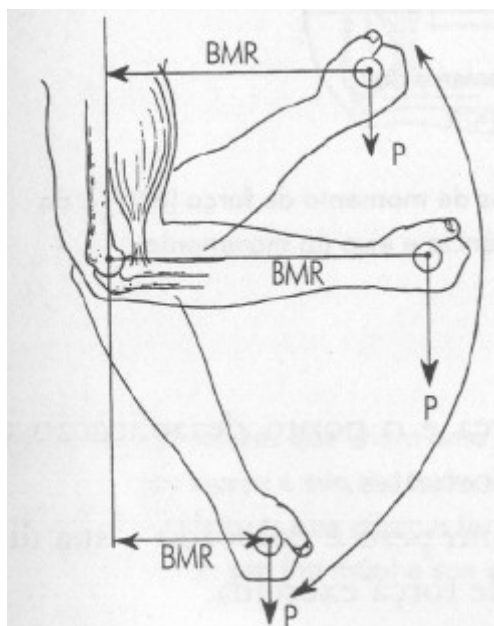


Fig. 1.11 - Braço de momento de resistência. Enquanto o peso do objeto (P) permanece constante, a distância horizontal (BMR) entre o peso e o eixo do movimento (articulação do cotovelo) muda por todo o movimento, afetando diretamente o torque da resistência.

Força Motiva

É a força que movimenta o sistema músculo-esquelético. Geralmente este nome é aplicado à força feita pelos músculos no esqueleto.

Força Resistiva

É a força que movimenta o sistema músculo-esquelético. Geralmente dá-se este nome à força gerada por uma resistência externa.

Linha de Ação

A linha de ação da força é uma linha infinita que passa através do ponto de aplicação da força, orientada na direção na qual a força é exercida.

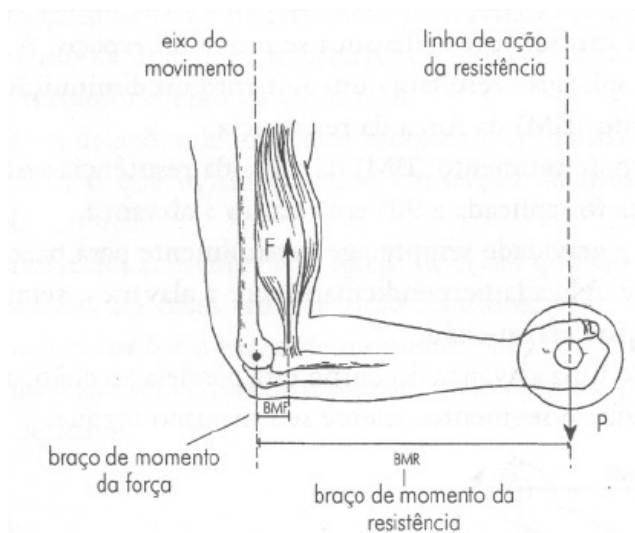


Fig. 1.12 - Forças motiva (F) e resistiva (P), braços de momento de força (BMF) e da resistência (BMR), linha de ação da resistência e eixo do movimento.

Torque

Em movimentos rotatórios, a força e o ponto de aplicação da força no objeto em movimento são importantes.

Rotação depende tanto de onde um peso é colocado - sua distância do eixo - quanto da quantidade de força exercida.

A efetividade de uma força em causar rotação é o torque criado pela força.

Torque é o mesmo que tendência à rotação. A tendência de uma força em causar rotação depende, da quantidade de força aplicada e da distância entre a força e o eixo (centro) de rotação.

No caso de uma resistência externa, a própria resistência é a força, e o braço de momento desta resistência é a menor distância perpendicular entre o ponto de aplicação da força e o eixo de rotação da articulação.

Para os músculos envolvidos num movimento, a ação do músculo é a força e o braço de momento desta força é a menor distância perpendicular entre a linha de ação da força muscular e o eixo de rotação da articulação.

A fórmula para determinar quanta tendência para rotação existe em uma articulação (Valor do Torque) é igual à Força (F) multiplicada pelo braço de Momento (BM) ou $T = F \times BM$.

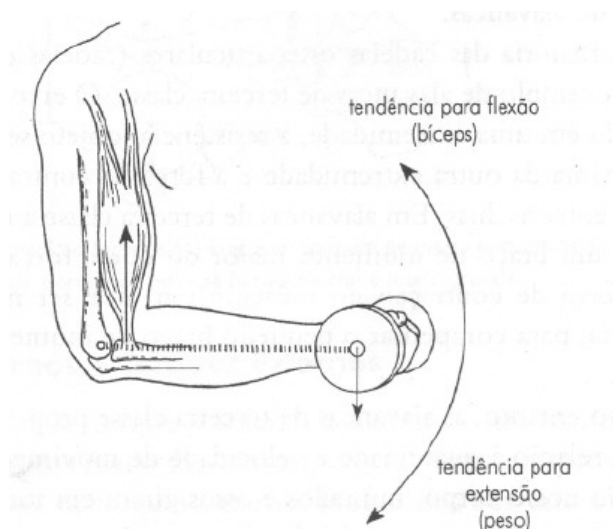


Fig.1.13 - Os fatores que criam uma tendência de rotação no sentido da flexão são a força do bíceps e sua distância do eixo (braço de momento de força).

Os fatores que criam a tendência de rotação no sentido da extensão são o peso do objeto (na mão) e sua distância do eixo (braço de momento da resistência).

Pelo fato de o torque envolver força (F) e braço de momento (BM), a quantidade de força muscular necessária para produzi-lo depende do braço de momento do músculo (distância entre a linha de ação da força muscular e o centro de rotação ou eixo) e o braço de momento da resistência.

Alavancas Músculo-Esqueléticas

No corpo, a maioria dos músculos opera com pequenos braços de momento, porque suas inserções estão próximas aos eixos das articulações. Como resultado, os músculos sempre produzem forças maiores do que os pesos de resistência que eles encontram. Forças de resistência, especialmente aquelas seguras pela mão, têm a vantagem mecânica de estarem a um braço de comprimento do eixo da articulação.

Por isso, conclui-se que o sistema músculo-esquelético tem uma desvantagem mecânica em relação à produção de torque, mas possui outras vantagens que compensam muito esta deficiência.

Entender esta vantagem envolve um maior entendimento dos sistemas de alavancas.

A maioria das cadeias osteoarticulares (cadeias cinemáticas) do corpo é exemplo de alavancas de terceira classe. O eixo de rotação está localizado em uma extremidade, a resistência (objeto sendo levantado) está próxima da outra

extremidade e a força da contração muscular é aplicada entre as duas. Em alavancas de terceira classe a resistência sempre tem um braço de momento maior do que a força muscular. Por isso, a força de contração do músculo tem que ser maior do que a resistência, para compensar o pequeno braço de momento no qual ele trabalha.

No entanto, as alavancas de terceira classe proporcionam vantagens em relação à quantidade e velocidade de movimento.

No nosso corpo, músculos e ossos giram em torno de articulações. Desta maneira, extremidades distais podem mover-se a maiores distâncias com maiores velocidades do que partes proximais. A habilidade do sistema músculo-esquelético em levantar objetos é vantajosa, mas a habilidade em movê-las por grandes distâncias com grandes velocidades é até mesmo mais essencial.

Outra vantagem da alavanca de terceira classe é com relação à natureza da contração muscular. Os músculos podem encurtar-se somente um pouco. Eles têm uma limitada capacidade de excursão (aproximadamente 50% do seu comprimento) então, as alavancas de terceira classe são melhores em relação a movimentos do esqueleto. O músculo pode contrair-se devagar e com uma excursão muito menor para movimentar a mão mais rápido e com grande amplitude. No gesto de trazer a mão para perto do ombro, por exemplo, os músculos flexores do cotovelo encurtam-se 1/4 ou menos do que o comprimento do deslocamento da mão.

No entanto, os músculos devem gerar força bastante para compensar seu pequeno braço de momento.

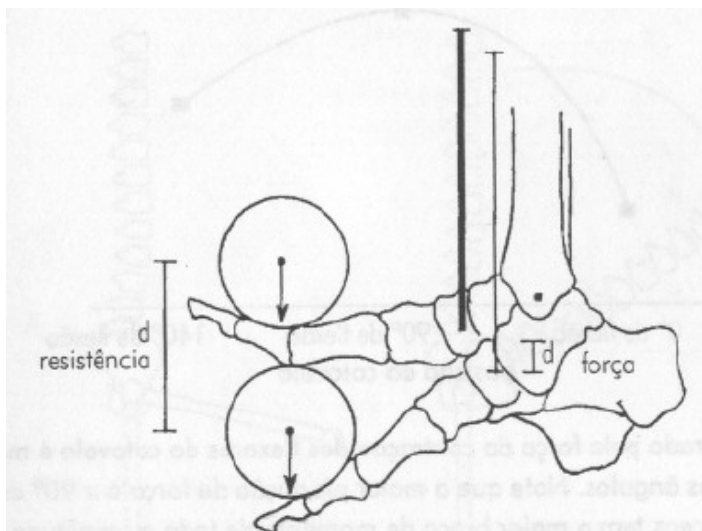


Fig. 1.14. Flexão dorsal do tornozelo. Note que, com um pequeno encurtamento muscular, a distância percorrida pelo pé (e resistência) é muito grande.

Torques Internos e Torques Externos

Dois tipos de torque - interno e externo - existem no corpo humano. Forças operando fora do corpo produzem um torque externo. Por exemplo, os torques externos produzidos por uma barra com anilhas durante o movimento de flexão do cotovelo (rosca direta).

Os músculos, agindo em suas inserções nos segmentos ósseos, produzem torques internos.

No exemplo da rosca direta, a barra exerce um torque no sentido da ação da gravidade e os flexores do cotovelo exercem um torque na direção oposta.

Fatores de Mudanças de Torques

O torque muda conforme mudam a magnitude da força e o braço de momento.

Os movimentos sempre resultam em mudanças no comprimento do braço de momento (BM) e o comprimento do músculo, no começo de sua contração, afeta a quantidade de força que este pode produzir (relação força-comprimento).

A combinação destas mudanças, incluindo o comprimento do músculo e braço de momento (EM) em cada ângulo do movimento, produz diferentes torques em diferentes posições articulares.

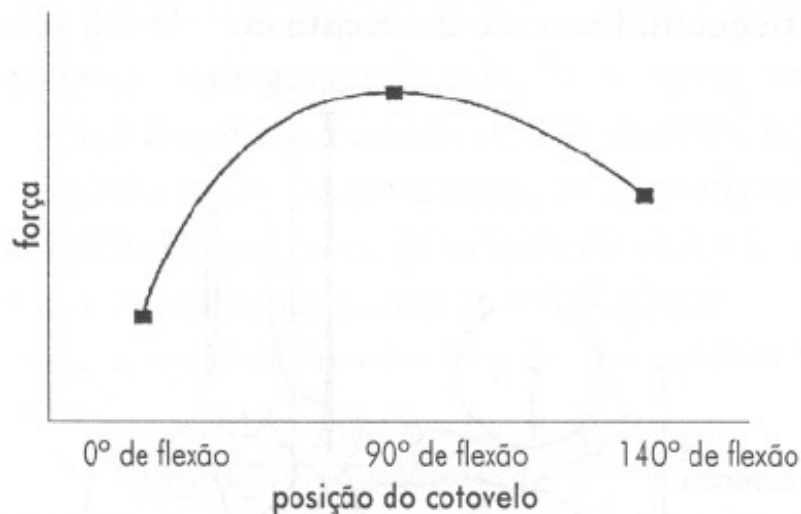


Fig. 1.15 - O torque gerado pela força da contração dos flexores do cotovelo é mostrado em diferentes ângulos. Note que a maior produção de força é a 90° de flexão, quando o bíceps tem o maior braço de momento de toda a amplitude do movimento.

Cadeia Cinemática Aberta e Cadeia Cinemática Fechada

Quando a extremidade distal, livre do corpo humano, se movimenta este movimento é denominado cadeia cinemática aberta.

Muitos movimentos funcionais envolvendo a elevação de objetos e movimentos realizados na vida diária são movimentos de cadeia cinemática aberta.

Por exemplo: o antebraço flexiona em direção ao braço através de uma flexão do cotovelo em cadeia cinemática aberta, e o braço flexiona em relação ao tronco pela flexão do ombro, também em cadeia cinemática aberta.

Nestes movimentos, a origem fica fixa e a inserção se movimenta.

No movimento de flexão de braço, por exemplo, as mãos ficam fixas e o tronco se movimenta em relação ao membro superior, caracterizando um movimento de cadeia fechada.

A característica que distingue movimentos de cadeia fechada e de cadeia aberta é a função da extremidade distal da cadeia. Em cadeias abertas, os músculos se contraem para movimentar segmentos com extremidades distais que se movimentam livres no espaço. Os mesmos músculos contraem-se, através das mesmas articulações, para produzirem movimentos de cadeia fechada, quando as extremidades distais estão estáticas.

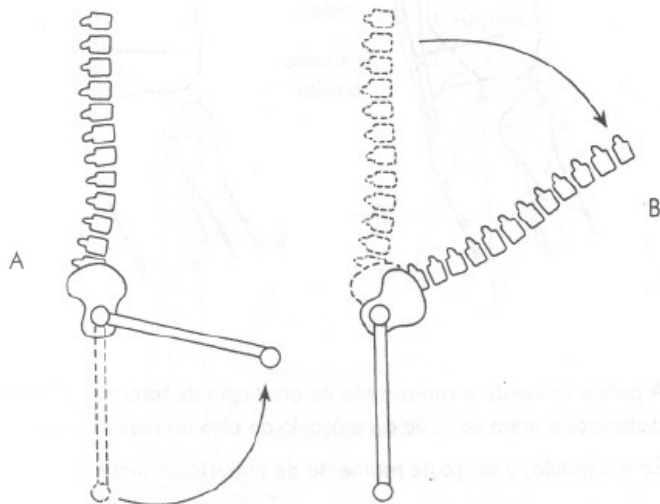


Fig. 1.16 - Cadeias cinemáticas: a) Aberta; b) Fechada Note que os dois movimentos são de flexão do quadril.

Polias Anatômicas

As polias anatômicas mudam a direção, mas não a magnitude de uma força muscular. No entanto, a mudança de direção de uma força muscular resulta numa melhoria da habilidade de geração de torque pelo músculo.

A mudança na direção (ou desvio) da linha de ação de um músculo é sempre para longe do eixo da articulação pela qual este músculo passa.

Desviando a linha de ação para longe do eixo articular, o braço de momento (BM) da força muscular aumenta com conseqüente aumento de torque.

Um exemplo clássico de polia anatômica é a patela na articulação do joelho.

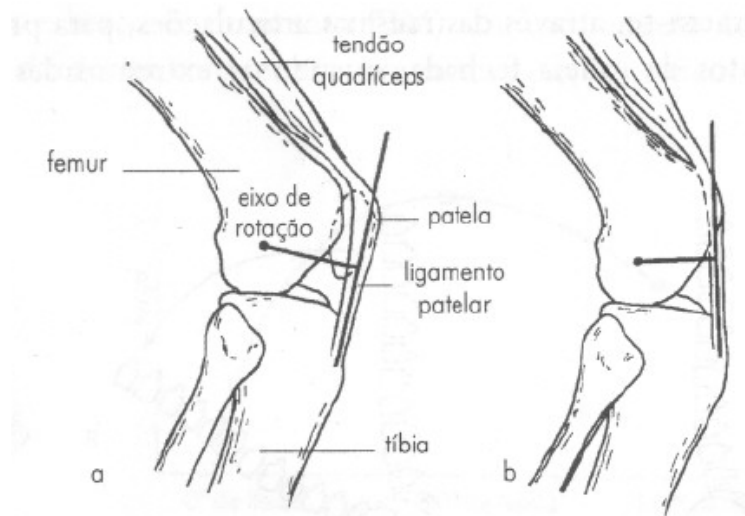


Fig. 1.17 - a) A patela aumenta a capacidade de produção de torque do quadríceps por distanciar a linha de ação do músculo do eixo do movimento. b) Sem a patela, o braço de momento do quadríceps diminui.

Componentes de Força

Uma força translatória pode resultar em dois componentes:

- a) Componente compressivo - quando uma força translatória é aplicada na direção de uma articulação. .
- b) Componente descompressivo - quando uma força translatória é aplicada na direção oposta à articulação.

Uma força rotatória resulta em movimento articular.

Uma mudança no componente rotatório deve indicar uma mudança na proporção de força total aplicada na direção da translação, pois as magnitudes do

componente rotatório e do componente translatório são inversamente proporcionais entre si, ou seja, quando há um aumento na força aplicada perpendicular à alavanca, concomitantemente, há uma diminuição da força aplicada paralela à alavanca (e vice-versa).

A maior parte da força produzida por um músculo contribui muito mais para compressão (e, às vezes para descompressão) do que para rotação articular. Assim, o músculo precisa gerar uma força total maior para produzir a força rotatória necessária para movimentar uma alavanca pelo espaço.

Os componentes translatórios da maioria das forças musculares contribuem para compressão articular, o que aumenta a estabilidade da articulação.

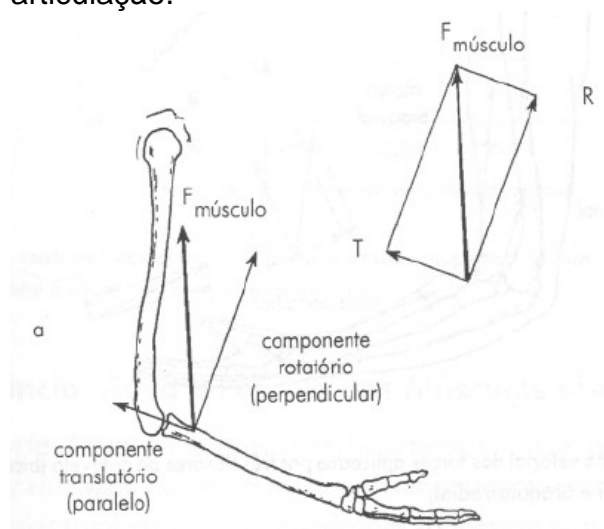


Fig.1.18 - Componentes rotatório e translatório resultantes da contração do bíceps braquial. Note que o componente rotatório é sempre perpendicular ao osso onde o músculo está inserido e o componente translatório é paralelo ao osso e aumenta a estabilidade do cotovelo (compressão) nesta situação.

Quanto mais perto o ângulo articular estiver do ponto em que o ângulo da inserção do músculo for 90° , mais efetiva é a força muscular em produzir movimento rotatório, ou seja, se o músculo estiver fazendo uma força perpendicular ao osso onde está inserido, toda esta força produzirá movimento rotatório e nenhum componente translatório.

O ângulo de 90° em relação ao osso praticamente não acontece para a maioria dos músculos do corpo humano e este ângulo do músculo quase nunca coincide com o mesmo ângulo para a articulação. No caso da articulação do cotovelo, por exemplo, o ponto em que a inserção do músculo bíceps braquial se aproxima de 90° é também a 90° de flexão desta articulação. Já para o músculo braquial, o cotovelo flexionado a 90° não é o ponto em que a sua inserção está mais próxima de perpendicular ao osso e o mesmo acontece com o músculo braquiorradial.

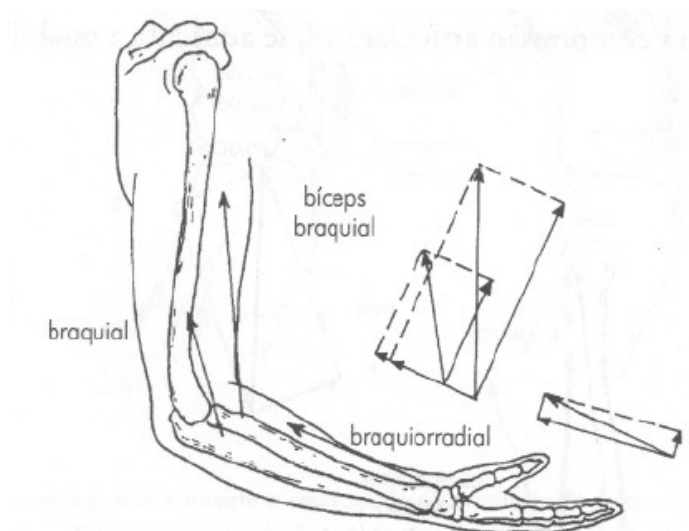


Fig. 1.19 - Resolução vetorial das forças aplicadas por três flexores do cotovelo (bíceps braquial, braquial e braquiorradial).

Energia Elástica: Relação Força-Comprimento

A relação Força-Comprimento diz que a força contrátil que um músculo é capaz de produzir aumenta com o comprimento do mesmo e é máxima quando o músculo está no comprimento de repouso, ponto onde existe a maior sobreposição dos filamentos de actina e miosina.

A maior força total (força produzida no esqueleto) existe quando o músculo está em uma posição alongada. O aumento da tensão que ocorre no músculo alongado, entretanto, não é somente devido à força de contração mas também pela contribuição dos componentes elásticos nos tecidos.

Em geral, a maior tensão total pode ser produzida entre 120-130% do comprimento de repouso.

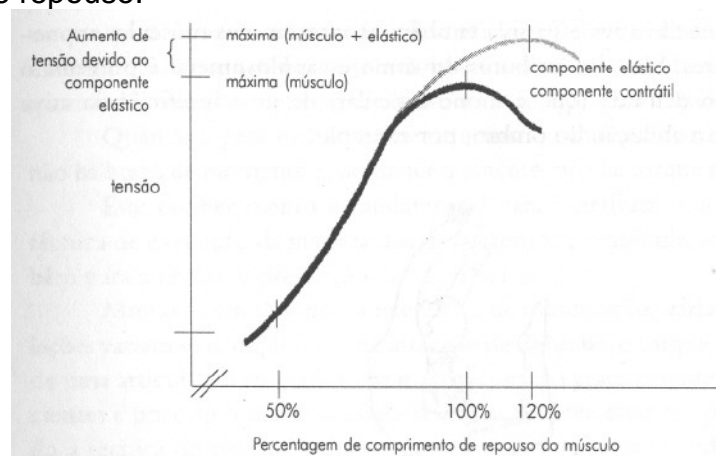


Fig. 1.20 - A relação força-comprimento do músculo esquelético. O aumento na tensão total é devido ao componente elástico.

Insuficiência Ativa e Passiva dos Músculos Bi-articulares

Insuficiência Ativa - Os músculos bi-articulares não podem exercer tensão bastante para encurtarem-se suficientemente e causarem amplitude articular total em ambas articulações ao mesmo tempo. Por exemplo, é muito difícil para o reto femural realizar força e amplitude para a extensão do joelho e a flexão do quadril ao mesmo tempo.

Quando um músculo começa a atingir uma insuficiência ativa, este precisa recrutar um maior número de unidades motoras para continuar produzindo movimento eficientemente.

Insuficiência Passiva - É muito difícil para um músculo bi-articular se alongar o bastante para permitir total amplitude articular em ambas as articulações ao mesmo tempo. Por exemplo, os isquiotibiais geralmente não conseguem deixar que a articulação do joelho estenda e a do quadril flexione completamente ao mesmo tempo. Os alongamentos favorecem a elasticidade muscular e, portanto, diminuem a probabilidade de insuficiência passiva precoce durante os movimentos do corpo humano, principalmente aqueles envolvendo músculos bi-articulares.

Apesar de serem mais expressivas nos músculos bi-articulares, as insuficiências ativa e passiva também acontecem nos músculos monoarticulares. Um dos atributos do ritmo escápulo-umeral é prevenir o músculo deltóide (que é mono-articular) de uma insuficiência ativa durante a abdução do ombro, por exemplo.



Fig. 1.21 - Exempla de insuficiência ativa e passiva dos isquiotibios

Aplicações da Biomecânica no Treinamento Resistido

A força gravitacional de um objeto sempre age para baixo. O braço de momento da resistência, no caso de pesos livres, é sempre horizontal. Assim, o torque produzido pelo peso de uma barra, por exemplo, é um produto de seu peso e a distância horizontal entre o peso e o centro da articulação. Embora durante um movimento o peso não se altere, o comprimento do braço de momento se altera durante toda a excursão do movimento. Quando o peso está horizontalmente mais perto do centro da articulação, ele exerce um menor torque resistivo e quando o peso está horizontalmente mais longe da articulação, ele exerce um maior torque resistivo.

Numa rosca direta, por exemplo, a maior distância horizontal entre a barra e o eixo da articulação é quando o antebraço está na posição horizontal. Nesta posição o indivíduo deve exercer o maior torque para suportar o peso (ou levá-lo). O braço de momento diminui quando o antebraço se movimenta tanto no sentido da flexão quanto da extensão, diminuindo também o torque gerado pelo peso.

Quando o peso está diretamente acima ou abaixo da articulação, não há braço de momento e, conseqüentemente, não há torque resistivo.

Este conhecimento é fundamental para a perfeita aplicação da técnica de execução da maioria dos movimentos da musculação e também para a análise e prescrição dos exercícios.

Muitas vezes, durante os exercícios de musculação, várias articulações variam suas amplitudes, na intenção de diminuir o torque resistivo de uma articulação específica. Estas alterações são praticamente inconscientes e por isso o profissional da musculação deve estar sempre atento à técnica de execução dos exercícios para a eficácia dos mesmos e para a prevenção de lesões.

Nos capítulos seguintes o leitor poderá compreender como este conhecimento da biomecânica pode se aplicar aos principais exercícios de musculação.

Tipos de Dispositivos para Treinamento Resistido

Dispositivos de Treinamento com Resistência Constante

Pesos Livres - O uso de pesos livres ou 'resistências constantes', tais como halteres para treinamento de força e resistência, é o mais usado na maior parte das academias.

Uma grande diferença do treinamento com pesos livres para o treinamento com máquinas é que com pesos livres há uma maior exigência de estabilização das articulações envolvidas, o que aumenta a atividade muscular.

Este tipo de treinamento tem algumas limitações pois o peso depende diretamente da ação da gravidade (que só atua no sentido vertical). Sendo assim, a melhor maneira de se trabalhar com o peso livre é posicionar o corpo de diferentes maneiras, para que a força motiva muscular mova o peso na direção vertical para cima (ou parcialmente para cima).

Quanto maior a aceleração vertical para cima, maior deve ser a força de contração concêntrica dos músculos envolvidos.

Os músculos que realizam movimentos no sentido horizontal (independentemente da posição do corpo) não são afetados diretamente pelos pesos livres.

Exemplo: No movimento de abdução horizontal, o deltóide posterior será o agonista do movimento com uma contração isotônica concêntrica e o deltóide anterior será responsável por desacelerar o movimento, através de uma contração isotônica excêntrica. O deltóide medial é quem fará o maior trabalho, pois é ele quem está segurando o peso do membro superior mais a resistência na posição abduzida (contração isométrica).

Há o aparecimento de momento, dependendo da velocidade de execução do exercício.

Dispositivos de Resistência Gravidade-Dependente

Estes aparelhos são os mais encontrados em salas de musculação.

O peso a ser levantado é preso a um cabo, que passa por uma ou mais roldanas, para colocar a alavanca numa posição conveniente para o usuário. A função das roldanas é mudar a direção da força aplicada. Embora a força resistiva das placas de peso empilhadas seja sempre para baixo, com o uso de uma roldana, a força resistiva pode se direcionar para cima.

O sistema de polias torna o trabalho versátil e conveniente para o trabalho de músculos isolados.

A amplitude dos movimentos realizados nestes aparelhos é limitada e muitos aparelhos não se adaptam à estrutura corporal do aluno.

O treinamento com este tipo de aparelho remove os requerimentos de equilíbrio e estabilização na execução do esforço. É importante lembrar que nas

atividades da vida diária o equilíbrio e estabilização são sempre necessários para total efetividade do movimento.

Assim como com os pesos livres, a aceleração dos pesos influenciará na sobrecarga muscular (inércia).

Há o aparecimento de momento, dependendo da velocidade de execução do exercício.

Algumas vantagens dos aparelhos incluem:

- a) Segurança. O exercício torna-se um pouco mais seguro e requer menos habilidades do executante.
- b) Flexibilidade. Os aparelhos podem ser estruturados para proporcionar resistência para movimentos do corpo, que são difíceis de serem executados resistidamente com pesos livres.
- c) Facilidade de uso. É rápido e fácil escolher uma sobrecarga através da inserção de um pino nas placas.

Dispositivos de Resistência Variável

O torque produzido em um segmento por um grupo de músculos depende do ângulo de inserção muscular em relação ao osso e sua distância da articulação (braço de momento), bem como da relação força-comprimento dos músculos e da velocidade de encurtamento muscular.

Os aparelhos de resistência variável alteram a quantidade de torque da força resistiva durante toda a amplitude do movimento articular.

Estes aparelhos possuem roldanas com formas ovaladas, o que faz com que o braço de momento da força resistiva mude, conforme o cabo gira em torno da roldana, aumentando ou diminuindo a resistência durante diferentes momentos de um movimento.

A vantagem é que a resistência pode ser disposta para aumentar na posição em que o músculo pode produzir o maior torque, por causa da relação força-comprimento ou do maior braço de momento.

Dispositivos Isocinéticos

O termo isocinético foi originalmente criado para significar uma constante velocidade de encurtamento muscular quando um segmento trabalha contra um dispositivo estabelecido para mover numa velocidade constante.

Tem sido mostrado, no entanto, que a velocidade de rotação constante de um segmento não está associada com a velocidade constante do encurtamento muscular. O uso corrente do termo isocinético é aplicado à contração muscular que acompanha a constante velocidade angular de um membro.

Aparelhos isocinéticos (ou resistência acomodável) controlam a taxa máxima de movimento articular, porque eles podem ser programados para uma velocidade predeterminada.

A vantagem destas máquinas é que o usuário pode produzir tanta força quanto quiser por toda a amplitude do movimento que a resistência não aumentará a velocidade ou ganhará momento, como ocorre nos isotônicos.

A resistência desenvolvida é projetada para igualar a força que o indivíduo aplica ao aparelho.

Depois que o movimento atinge a velocidade preestabelecida, não importa quanta força você faça contra o aparelho, ele fará a mesma força na direção oposta (igual força de reação) mas não se moverá mais rápido.

Assim, o aparelho permite o desenvolvimento de máxima tensão muscular por toda a amplitude do movimento articular.

Este tipo de aparelho não é somente utilizado para exercícios resistidos mas também para diagnosticar fraqueza muscular e avaliar o progresso no processo de reabilitação.

Dispositivos Assistidos por Computador

Os aparelhos computadorizados podem ser uma alternativa para os dispositivos isocinéticos para acomodar o treinamento resistido.

Durante o curso de uma repetição, o computador adapta a resistência à curva de força do executante, alterando a resistência de acordo com a curva.

Estes aparelhos podem ser ajustáveis na resistência, na velocidade, na potência, acelerações, desacelerações e amplitudes de movimentos.

Além disso, o computador armazena dados como repetições, séries, trabalho por semana, por mês, entre outras variáveis.

Ainda pode-se saber o volume de treinamento de um dia para o outro ou de uma semana ou mês para o outro, melhorando muito o controle do treinamento, o que facilita a periodização.

Dispositivos Elástico-Resistidos

Os exercícios realizados com o uso de elásticos proporcionam pouca resistência no começo e muita resistência (de acordo com a espessura e propriedades do elástico) no final do movimento, pois a resistência é proporcional à distância que o elástico é alongado.

O uso de elásticos possui duas limitações:

- a) O aumento da resistência acontece no final da amplitude articular, quando a capacidade de produção de força do sistema muscular diminui.
- b) Os aparelhos que utilizam este dispositivo são limitados quanto ao número de elásticos, que podem ser fixados no aparelho e/ ou quanto à variação da espessura dos elásticos utilizados (elásticos mais espessos proporcionam maior resistência).

PARTE 2: O MEMBRO INFERIOR

Capítulo 2

O Tornozelo

Como foi visto anteriormente no capítulo 1, o tornozelo realiza movimentos de flexão plantar, flexão dorsal (ou dorsiflexão), eversão e inversão.

Quando os movimentos do membro inferior são realizados em cadeia cinemática fechada, esta articulação (e os músculos correspondentes) é fundamental para a manutenção do equilíbrio e manutenção da postura do corpo.

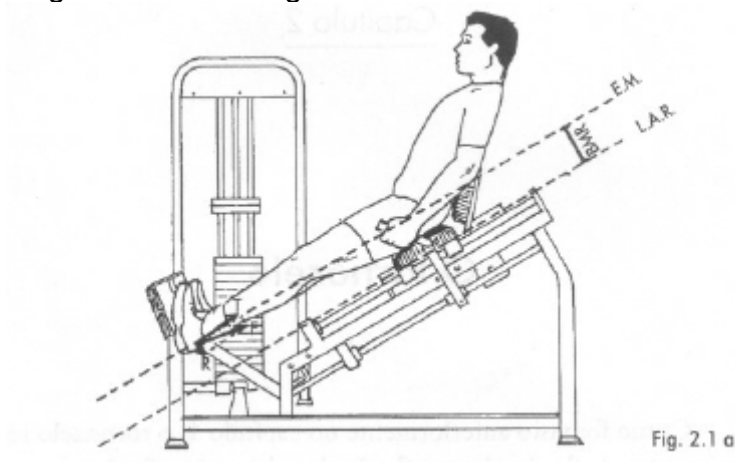
Exercícios para o Tornozelo

Flexão Plantar com o Joelho Estendido

É um dos mais efetivos e importantes exercício para a maioria dos atletas e praticantes de musculação pois, além de participar da maioria dos gestos esportivos, os músculos gastrocnêmio e sóleo são importantes bombeadores de sangue venoso de volta ao coração. Para os praticantes de musculação por motivos estéticos, estes músculos também devem ser enfatizados, porque melhoram o equilíbrio de volume entre a perna e a coxa, deixando uma aparência mais harmoniosa para o membro inferior.

Análise Biomecânica do Exercício

A posição em que o braço de momento da resistência é o maior de todo o percurso do movimento é quando os pés estão a 90° em relação à tíbia. Desta posição para cima ou para baixo, o braço de momento da resistência diminui, exigindo menos do gastrocnêmio e do sóleo.



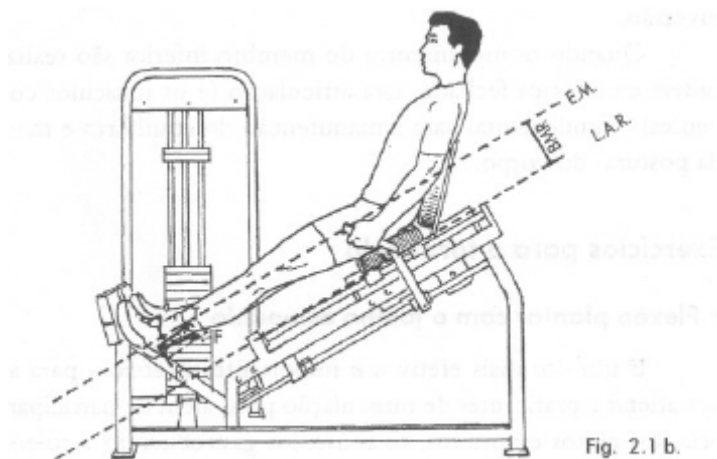


Fig. 2.1 b.

É necessário levar o calcanhar para baixo da posição neutra antes de começar o exercício, para que os músculos comecem a flexão plantar partindo de pré-estiramento (dorsiflexão), favorecendo, assim, a relação força-comprimento e a total amplitude de movimento desta articulação.

A posição de pré-estiramento no começo do exercício se assemelha à posição em que o tornozelo fica antes de realizar qualquer movimento de flexão plantar, partindo do solo, nos esportes. A única diferença é que, numa cadeia cinemática fechada, em vez de o calcanhar ficar abaixo da horizontal, a tíbia é que se projeta na direção do solo na intenção de aumentar a dorsiflexão e preestirar o gastrocnêmio e o sóleo.

Para o completo desenvolvimento muscular é necessário que o movimento seja realizado na maior amplitude articular permitida por esta articulação.

O músculo gastrocnêmio é bi-articular e por isso realiza flexão plantar do tornozelo e flexão do joelho. Apesar de este músculo ser principalmente um flexor plantar, os movimentos de flexão do joelho devem ser executados para desenvolvê-lo totalmente.

O equilíbrio não é necessário, quando este exercício é executado no aparelho, diminuindo, assim, a ação dos músculos estabilizadores. Portanto, para o desenvolvimento deste grupo muscular, no intuito de melhorar um gesto esportivo, o exercício mais indicado é a flexão plantar com peso livre. O exercício exige equilíbrio e a participação dos estabilizadores, o que se assemelha mais com o gesto esportivo.

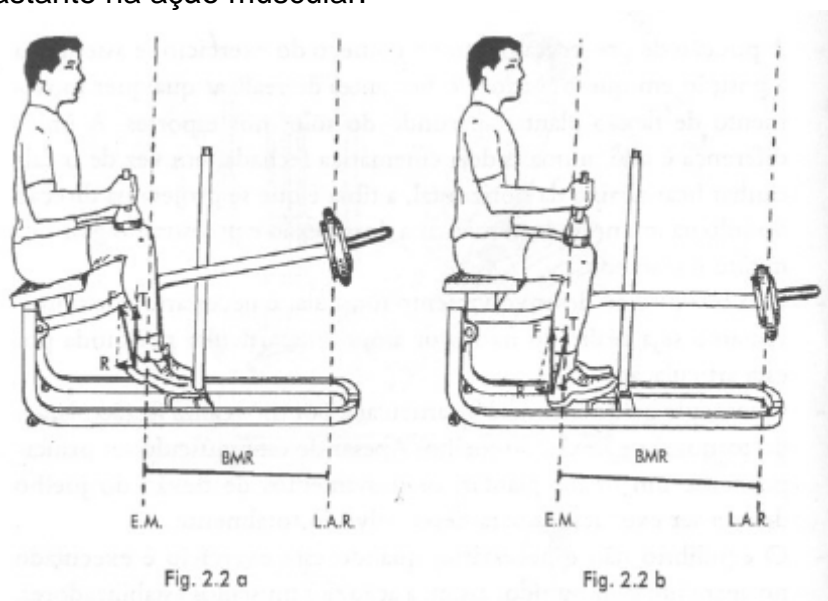
Se o executante não conseguir realizar uma grande dorsiflexão antes de começar o movimento, por causa de insuficiência passiva do gastrocnêmio, é necessário realizar exercícios de alongamento específicos para este músculo.

Quando este exercício é realizado com o joelho em flexão, o gastrocnêmio não consegue realizar o movimento com eficiência, por causa de uma insuficiência ativa.

Há um grande componente translatório de compressão durante toda a amplitude do movimento. Isto favorece a estabilidade da articulação do tornozelo.

Flexão Plantar com o Joelho Flexionado

Este exercício é parecido com o anterior, porém, com o joelho em flexão. Apesar de o movimento para o tornozelo ser idêntico, a posição do joelho influencia bastante na ação muscular.



Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência acontece quando os pés estão na posição horizontal, diminuindo no sentido superior e inferior a este ponto.

Este exercício isola o músculo sóleo porque, como o músculo gastrocnêmio é bi-articular, a flexão do joelho favorece sua insuficiência ativa, tornando-o ineficiente em realizar a flexão plantar e favorecendo a ação do músculo sóleo, que somente cruza a articulação do tornozelo.

Se a plataforma de apoio dos pés for inclinada para baixo (dos dedos para o calcanhar), ela favorece uma maior amplitude de dorsiflexão do tornozelo no começo do movimento.

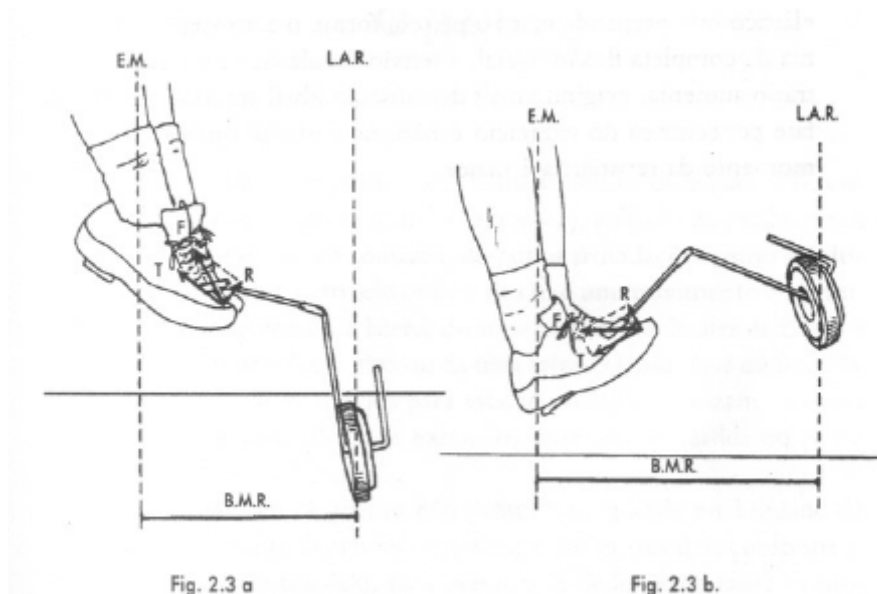
Este exercício também pode ser realizado com uma barra apoiada sobre os joelhos flexionados e com os pés em cima de uma plataforma.

Neste caso, para maior eficiência biomecânica do exercício, a barra deve ser colocada o mais próximo possível da articulação do joelho.

A distância que as anilhas estão colocadas na barra (mais próximas do joelho ou mais em direção às extremidades da barra) não altera a intensidade do exercício.

Flexão Dorsal

Este exercício é fundamental para adquirir ou manter o equilíbrio entre os pares antagônicos da articulação do tornozelo (gastrocnêmio e sóleo e tibial anterior). O equilíbrio de forças entre os pares antagônicos é essencial para a integridade da articulação e diminuição dos riscos de lesão.



Análise Biomecânica do Exercício

Como na flexão plantar, a posição de maior torque da resistência é quando os pés estão paralelos ao chão.

Como o tornozelo só realiza uma amplitude média de 15°-20° de dorsiflexão, o exercício deve ser realizado partindo-se de flexão plantar, o que aumenta a amplitude do movimento em mais 45° aproximadamente.

Para que a flexão dorsal seja realizada com maior amplitude, o joelho deve ficar ligeiramente flexionado, caso contrário, o gastrocnêmio impedirá alguns graus de dorsiflexão por causa de insuficiência passiva (pela exigência de elasticidade do gastrocnêmio no joelho e no tornozelo ao mesmo tempo).

Se este exercício for realizado com um cabo ou elástico, o maior braço de momento da resistência será quando a linha de ação do cabo (ou elástico) estiver perpendicular ao pé do executante.

No caso de o exercício ser realizado com elástico, apesar do braço de momento da resistência ser o maior quando a linha de ação do elástico está perpendicular ao pé, conforme o tornozelo se aproxima da completa flexão dorsal, a tensão do elástico no sentido contrário aumenta, exigindo mais do músculo tibial anterior no final da fase concêntrica do exercício e não, no instante onde o braço de momento da resistência é maior.

Capítulo 3

O Joelho

A articulação do joelho realiza movimentos de flexão e extensão. Partindo da posição anatômica (extensão), a flexão do joelho é um movimento posterior, ao contrário de outras articulações como a coluna, quadril, ombro e cotovelo onde a flexão é um movimento anterior.

As rotações medial e lateral são movimentos resultantes de flexão e extensão do fêmur sobre a tíbia ou da tíbia sobre o fêmur (ver capítulo 1). Portanto, os exercícios para esta articulação enfatizam somente os dois movimentos (flexão e extensão), que são realizados no plano sagital sobre um eixo frontal.

A articulação do joelho não possui uma grande estabilidade do ponto de vista ósseo, dependendo somente dos outros dois componentes (ligamentos e músculos), para preservá-la de lesões durante os movimentos.

Por isso, o fortalecimento dos músculos que cruzam esta articulação é necessário para aumentar o grau de estabilidade e diminuir o risco de lesões ligamentares.

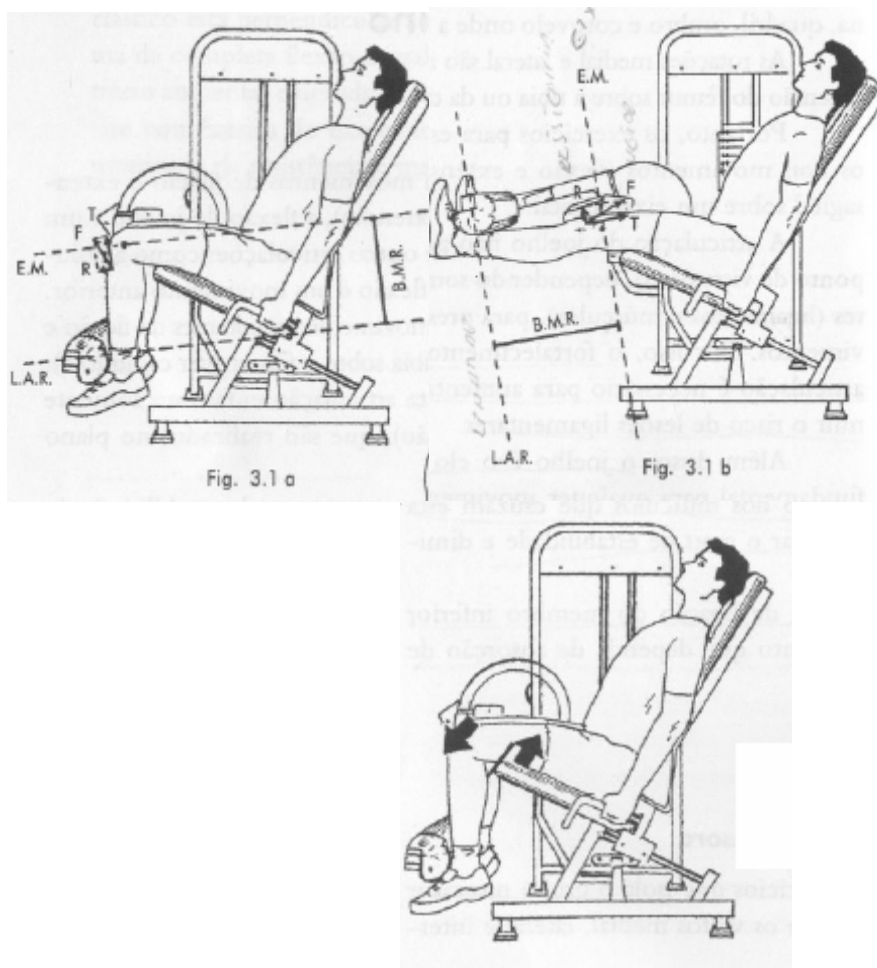
Além disso, é o elo de ligação do membro inferior fundamental para qualquer movimento que dependa de absorção de impacto e deslocamento.

Exercícios Para o Joelho

Extensão do Joelho na Cadeira Extensora

Este é um dos principais exercícios que isola o grupo muscular quadríceps femural, que compreende os vastos medial, lateral e intermédio e o reto femural. Destes quatro músculos, o reto femural é o único músculo bi-articular e, portanto, realiza extensão do joelho, flexão do quadril e anteversão da pelve. Os outros três realizam apenas a extensão do joelho.

Um profundo conhecimento da anatomia dos músculos bi-articulares que cruzam a articulação do joelho é necessário, para a correta análise biomecânica dos exercícios desta articulação.



Seta para cima = força de reação do apoio
 Seta para baixo = força do quadríceps
 Traço = ponto de maior tensão de distorção do fêmur

Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência neste exercício é entre $45^\circ - 50^\circ$.

O ponto de maior braço de momento do quadríceps, devido à posição da patela, é entre $45^\circ - 60^\circ$. Um aparelho de musculação equipado com uma roldana do tipo 'cam' aumenta o raio da roldana durante estes ângulos.

O apoio das costas deve ser um pouco inclinado, para que o executante possa realizar uma ligeira extensão do quadril, o que favorece a ação do músculo reto-femural (principalmente no final da extensão), por causa da relação força-comprimento. Se o quadril é mantido a 90° durante toda a excursão do movimento, o reto-femural atinge uma insuficiência ativa nos últimos graus da extensão (por estar encurtado no quadril e realizando a extensão do joelho). Neste caso, os vastos é que conseguem realizar o maior torque do final da extensão ou

o reto femural recrutará um número muito maior de unidades motoras para conseguir realizar o movimento com eficiência.

Se o executante não possuir muita flexibilidade, como é o caso da maioria dos iniciantes, o exercício não será realizado na maior amplitude de movimento permitida pelo aparelho, por causa de uma insuficiência passiva dos isquiotibiais que, por já estarem alongados no quadril, impedem a completa extensão do joelho. Este é mais um motivo para que o encosto das costas seja um pouco inclinado, pois mantém um pouco de extensão do quadril, diminuindo a insuficiência passiva dos isquiotibiais na extensão do joelho.

A patela tem a função de polia anatômica que mantém a linha de ação do quadríceps um pouco mais longe do centro de rotação do joelho, aumentando, assim, o braço de momento do músculo e sua capacidade de produzir torque. Contudo, quando a patela aumenta o componente rotatório (para rodar a tibia sobre o fêmur neste exercício), há também um aumento do componente translatório, que tende a deslizar a tibia anteriormente. O ligamento cruzado anterior (LCA) previne o deslizamento anterior da tibia neste momento. Assim, a integridade do LCA é fundamental para a estabilidade da articulação do joelho durante este exercício.

Se o executante realizar uma flexão dorsal do tornozelo durante a extensão do joelho, o músculo gastrocnêmio pode ter uma insuficiência passiva e impedir a completa extensão do joelho.

Quando o aparelho de extensão do joelho não possui um apoio para as costas, o risco de lesão da região lombar aumenta significativamente. Nesta situação, quando o executante está no final de uma série e quase atingindo uma falha concêntrica, o movimento mais natural é jogar a coluna para trás na intenção de estender o quadril e diminuir a insuficiência ativa do reto femural (melhorando a relação força-comprimento), para que este músculo possa participar com eficiência da extensão do joelho. Porém, quando o indivíduo joga a coluna para trás e realiza, ao mesmo tempo, a extensão do joelho, a pelve (origem do reto femural) se fixa, para que o reto femural atue com eficiência no joelho. Com a pelve fixa, o quadril não estende e somente a coluna lombar continua no sentido da extensão, ficando hiperestendida, o que aumenta o risco de lesão desta região da coluna.

Os alongamentos para gastrocnêmio e isquiotibiais devem ser enfatizados, principalmente para os iniciantes, para diminuir a insuficiência passiva destes músculos durante a extensão do joelho.

Apesar do quadríceps realizar uma contração mais eficiente quando parte de uma posição mais alonga da (por causa da relação força comprimento), o começo do exercício com um ângulo menor que 90° é prejudicial à articulação do joelho, porque, nesta posição, o quadríceps pressiona fortemente a patela contra os côndilos do fêmur. O ideal é realizar o movimento partindo de 90° de flexão,

principalmente com sobrecargas mais altas, para evitar lesões da articulação patelo-femural.

A diminuição do braço de momento e da relação força-comprimento do quadríceps nos últimos 15° da extensão do joelho coloca o quadríceps em desvantagem mecânica e fisiológica. Um aumento de mais ou menos 60% da força do quadríceps é necessário nesta fase da extensão.

O componente translatório da força aplicada pelo quadríceps em toda a amplitude do movimento é de compressão e contribui para a estabilidade da articulação.

Note na figura (fig. 3.1c) que há duas forças em sentido contrário, atuando diretamente sobre o fêmur. Como a base da cadeira é pequena, uma parte da extremidade distal do fêmur fica sem apoio. No momento em que o executante contrai o quadríceps, a tendência da extremidade distal do fêmur é de deslocamento inferior. O fêmur pressiona o apoio, causando uma força de reação de igual magnitude no sentido superior. Portanto, o ideal é que o apoio do fêmur seja grande o bastante para que a maior parte de sua extremidade distal permaneça apoiada.

Flexão do Joelho na Mesa Flexora

Este exercício isola o grupo muscular denominado isquiotibiais, que compreende os músculos semitendinoso, semimembranoso e bíceps femoral. Estes três músculos são bi-articulares e realizam flexão do joelho, extensão do quadril e retroversão da pelve. O músculo bíceps femoral possui uma porção, que realiza apenas a flexão do joelho e outra porção que é bi-articular.

Apesar de realizar a flexão do joelho, a ação principal do músculo gastrocnêmio é na articulação do tornozelo. Outros músculos menores que também são recrutados na flexão incluem o poplíteo, plantar, sartório e grácil.

O desenvolvimento dos isquiotibiais é importante para a manutenção do equilíbrio entre este grupo de músculos e o quadríceps, e para preservar a integridade da articulação. Alguns estudos têm provado que, quanto mais fortes forem os isquiotibiais, mais o quadríceps pode ser desenvolvido.

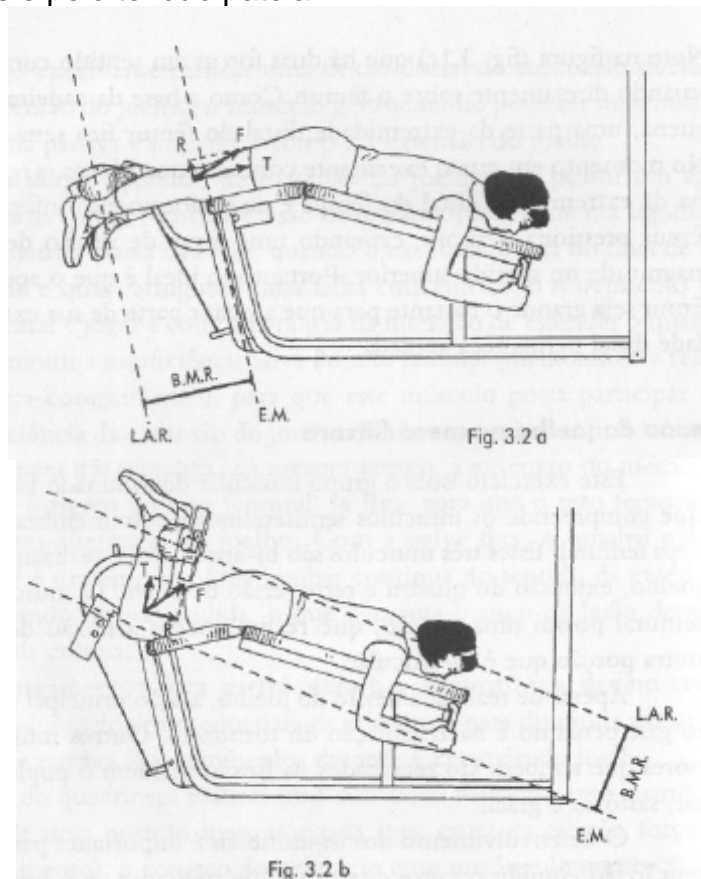
Como a maioria dos músculos flexores do joelho são bi-articulares, a habilidade deles em produzir torque efetivo pode ser influenciada pelo posicionamento das duas articulações que eles cruzam.

Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência acontece quando o joelho está por volta de 90° de flexão.

No começo da contração o componente translatório é de compressão, o que favorece a estabilidade da articulação do joelho.

No final da flexão, porém, o componente translatório é de descompressão. O aumento da instabilidade da articulação deve ser prevenido pelos ligamentos e pelo tendão patelar.



A posição de flexão do quadril é muito importante para a segura execução do exercício.

Quando o executante realiza a flexão do joelho, várias outras articulações se movimentam além da articulação do joelho: a pelve faz anteversão, o quadril, flexão, a coluna, hiperextensão e o tornozelo realiza uma dorsiflexão. Todas estas alterações são feitas na intenção de aumentar a eficiência da flexão do joelho. Esta composição de movimentos ocorre da seguinte forma:

- O reto femoral, quando alongado pela flexão da articulação do joelho, puxa a espinha ilíaca ântero-inferior (origem) no sentido da tuberosidade da tíbia (inserção), por causa de insuficiência passiva, o que faz com que a pelve realize uma anteversão, seguida de hiperextensão da coluna lombar.
- O iliopsoas e os paravertebrais contraem-se para aumentar as posições respectivas de flexão do quadril e hiperextensão da coluna

lombar, com aumento da anteversão da pelve, na intenção de distanciar a porção póstero-inferior da pelve (origem dos isquiotibiais) das porções póstero-mediais e póstero-laterais da tíbia (inserções dos isquiotibiais). Isto ocorre para que os isquiotibiais fiquem com sua origem mais fixa e alonga da e possam tornar-se mais eficientes como flexores do joelho (relação força-comprimento).

c) A dorsiflexão do tornozelo é causada principalmente pelo tibial anterior, na intenção de distanciar o calcâneo (inserção do gastrocnêmio) da porção posterior dos côndilos do femur (origem do gastrocnêmio), para fixar a inserção do gastrocnêmio e mantê-la mais alongada e assim, torná-lo mais eficiente como flexor do joelho (relação força-comprimento). Estas alterações, apesar de levarem o indivíduo a realizar o movimento de flexão do joelho com uma sobrecarga maior e/ou por mais tempo, deixam a coluna lombar numa posição muito suscetível à lesão. Portanto, quando estas alterações começam a acontecer, o melhor é interromper o exercício, principalmente com os iniciantes neste exercício.

Uma maneira de favorecer a fase excêntrica da contração, quando os isquiotibiais atingem a falha concêntrica do movimento, é realizar a dorsiflexão do tornozelo na fase concêntrica (para aumentar a participação do gastrocnêmio na flexão do joelho), seguida de flexão plantar na fase excêntrica (para diminuir a ação do gastrocnêmio por causa de insuficiência ativa), para que somente os isquiotibiais realizem esta fase do movimento. Apesar de esta técnica ser eficiente e não necessitar de um parceiro para o treinamento da fase negativa da contração, ela só deve ser utilizada por indivíduos em estágios mais avançados, que já possuem uma técnica mais apurada.

Os alongamentos para o reto-femural ajudam a diminuir a insuficiência passiva deste grupo muscular na fase final da flexão do joelho e devem, principalmente, ser enfatizados nos iniciantes.

Quando os músculos paravertebrais estão fracos, a pelve realiza uma retroversão no começo de cada fase excêntrica deste exercício. Assim, o fortalecimento prévio destes músculos favorece a correta postura da pelve no movimento.

Os exercícios de flexão do joelho são mais efetivos no desenvolvimento da porção distal dos isquiotibiais, especialmente a porção curta do bíceps femoral (que não cruza a articulação do quadril), por dois motivos principais:

a) Quando a intensidade do exercício aumenta, a flexão do quadril também aumenta, para melhorar a relação força-comprimento pelo aumento do comprimento da extremidade proximal dos isquiotibiais.

b) A extremidade proximal dos isquiotibiais é responsável pela extensão da articulação do quadril.

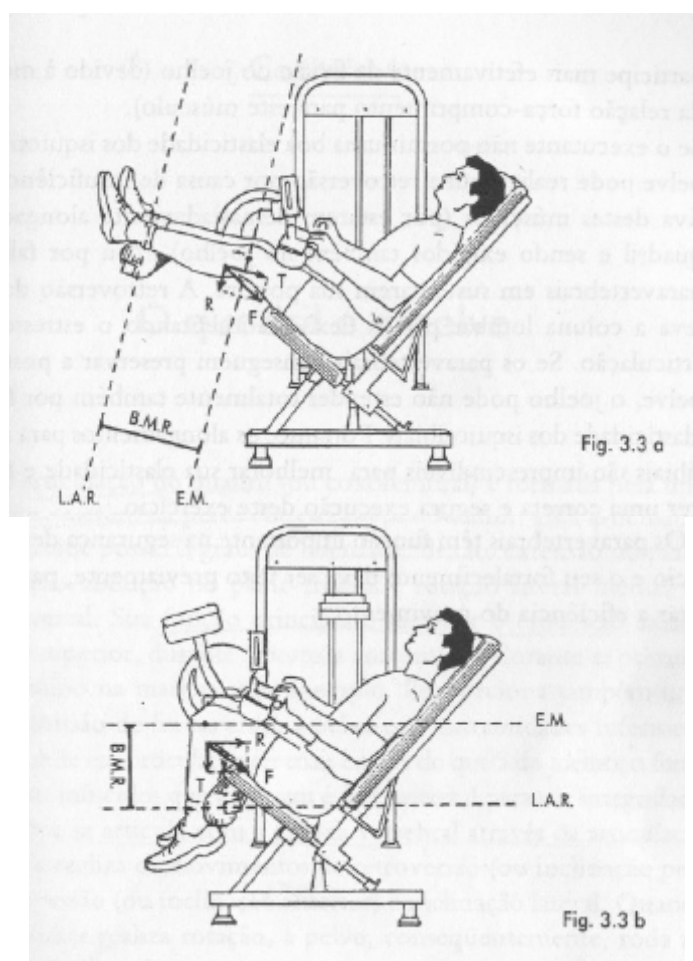
Em aparelhos onde a mesa é reta todas as alterações descritas acima são realizadas com maior intensidade, aumentando ainda mais o risco de lesão da coluna lombar.

O volume dos músculos gastrocnêmio e isquiotibiais também limita o alcance da flexão do joelho neste movimento. Assim, um indivíduo mais hipertrofiado tem uma amplitude de flexão do joelho menor do que um indivíduo não-hipertrofiado.

Flexão do Joelho na Cadeira Flexora

Este exercício é muito parecido com o anterior, porém, possui algumas diferenças biomecânicas que devem ser consideradas. O principal grupo muscular visado neste exercício é o composto pelos isquiotibiais.

Análise Biomecânica do Exercício



O maior braço de momento da resistência é a 90° de flexão do joelho. Os componentes translatórios de compressão e descompressão articular

acontecem no começo e no final da flexão, respectivamente, como no exercício anterior.

A principal diferença deste exercício para o anterior é o grau de flexão do quadril. Esta posição favorece a melhoria da relação força comprimento e a diminuição da insuficiência ativa dos isquiotibiais na flexão do joelho, por estes estarem mais alongados (pela flexão do quadril) do que na mesa flexora.

A tendência de dorsiflexão que ocorre no exercício anterior também é comum neste exercício e acontece para que o gastrocnêmio participe mais efetivamente da flexão do joelho (devido à melhoria da relação força-comprimento para este músculo).

Se o executante não possuir uma boa elasticidade dos isquiotibiais, a pelve pode realizar uma retroversão por causa de insuficiência passiva destes músculos (por estarem demasiadamente alongados no quadril e sendo exigidos também no joelho) e/ou por falha dos paravertebrais em sustentarem sua postura. A retroversão da pelve leva a coluna lombar para a flexão, aumentando o estresse nesta articulação. Se os paravertebrais conseguem preservar a postura da pelve, o joelho pode não estender totalmente também por falta de elasticidade dos isquiotibiais. Portanto, os alongamentos para isquiotibiais são imprescindíveis para melhorar sua elasticidade e favorecer uma correta e segura execução deste exercício.

Os paravertebrais têm função importante na segurança deste exercício e o seu fortalecimento deve ser feito previamente, para aumentar a eficiência do movimento.

Capítulo 4

O Quadril e a Pelve

A articulação do quadril (ou coxofemural) é formada pela união da fossa do acetábulo da pelve com a cabeça do fêmur. Esta articulação do tipo esferóide possui 3 graus de liberdade: flexão/ extensão no plano sagital, adução/abdução no plano frontal e rotação lateral/medial no plano transversal. Sua função principal é suportar o esqueleto axial e apendicular superior, durante a postura anatômica e durante as posturas dinâmicas como na marcha, por exemplo. Proporciona também uma via de transmissão de forças entre a pelve e as extremidades inferiores.

Apesar de esta articulação ser mais estável do que a do joelho, o fortalecimento dos músculos que a cruzam é fundamental para sua integridade.

A pelve se articula com a coluna vertebral através da articulação sacro-ilíaca e realiza os movimentos de retroversão (ou inclinação posterior), anteversão (ou inclinação anterior) e inclinação lateral. Quando a coluna lombar realiza rotação, a pelve, conseqüentemente, roda no mesmo sentido da coluna.

Devido à grande interdependência entre a pelve, o quadril e a coluna, um ideal equilíbrio muscular entre os pares de músculos antagônicos destas articulações é essencial, para a manutenção do correto alinhamento do corpo humano.

Exercícios para a Articulação do Quadril e Pelve

Flexão do Quadril

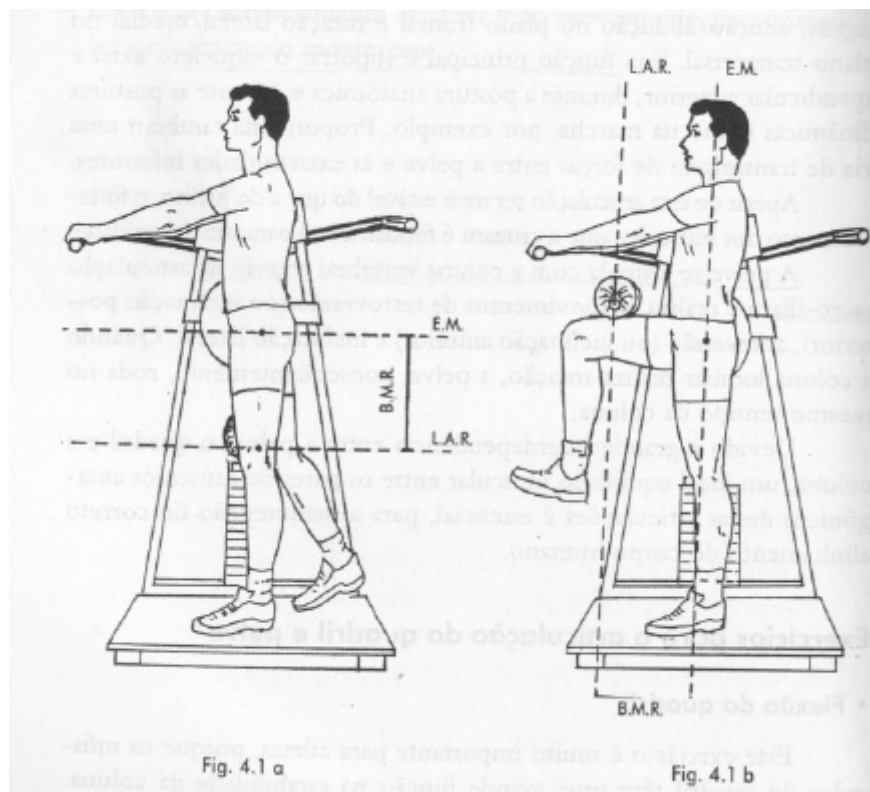
Este exercício é muito importante para atletas, porque os músculos do quadril têm uma grande função na estabilidade da coluna.

Quando os flexores e extensores do quadril estão em equilíbrio de forças e elasticidade, a pelve fica corretamente posicionada para equilibrar a coluna eficientemente.

Os principais músculos envolvidos neste exercício são o reto femural, o iliopsoas (formado pelo psoas maior e menor e pelo ilíaco), tensor da fáscia lata e sartório. Alguns outros músculos como o pectíneo, adutor longo, adutor magno e grácil também participam deste movimento, porém, de forma secundária.

O iliopsoas é considerado o mais importante flexor do quadril. O seu fortalecimento precisa ser contrabalanceado pelo fortalecimento dos extensores

do quadril, para prevenir a anteversão da pelve e a hiperextensão da coluna lombar.



Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência é quando o quadril está na posição anatômica. Quando o quadril se desloca no sentido da flexão, o braço de momento da resistência diminui, devido à aproximação do acolchoado (onde a parte anterior do fêmur está apoiada) do eixo da articulação do quadril.

A contração do abdome é fundamental na manutenção da postura da pelve durante este movimento. A fraqueza dos músculos do abdominais não consegue prevenir a anteversão da pelve e hiperextensão da coluna lombar, que são conseqüentes da forte contração do iliopsoas e do reto femural. Como conseqüência, a coluna lombar fica suscetível a lesões durante o movimento.

O exercício deve começar a partir de 10° de extensão. Para realizar uma extensão maior que 10° a pelve realiza uma anteversão e a coluna faz hiperextensão , aumentando os riscos de lesão da coluna lombar .

Com o joelho estendido durante o movimento, apesar de o braço de momento da resistência (perna e pé) aumentar, estimulando o aumento da força de contração dos flexores, o reto femural não realiza uma contração efetiva, por atingir uma insuficiência ativa nos últimos graus da flexão.

Nesta posição, os isquiotibiais limitam a flexão do quadril por causa de insuficiência passiva. Se, neste caso, o indivíduo tentar continuar o movimento de flexão, os flexores do quadril passam a contrair isometricamente, passando a contração isotônica para os músculos que realizam a retroversão da pelve e flexão da coluna. Esta posição também coloca a coluna sob grande estresse.

Apesar de o músculo sartório realizar flexão do quadril e flexão do joelho, ele não atinge uma insuficiência ativa quando este exercício é realizado com o joelho em flexão, por quase não alterar seu comprimento quando o joelho é flexionado.

O músculo grácil é o único bi-articular do grupo adutor que realiza flexão do quadril. Neste exercício, ele participa do movimento quando o joelho está estendido e não, quando o joelho está flexionado.

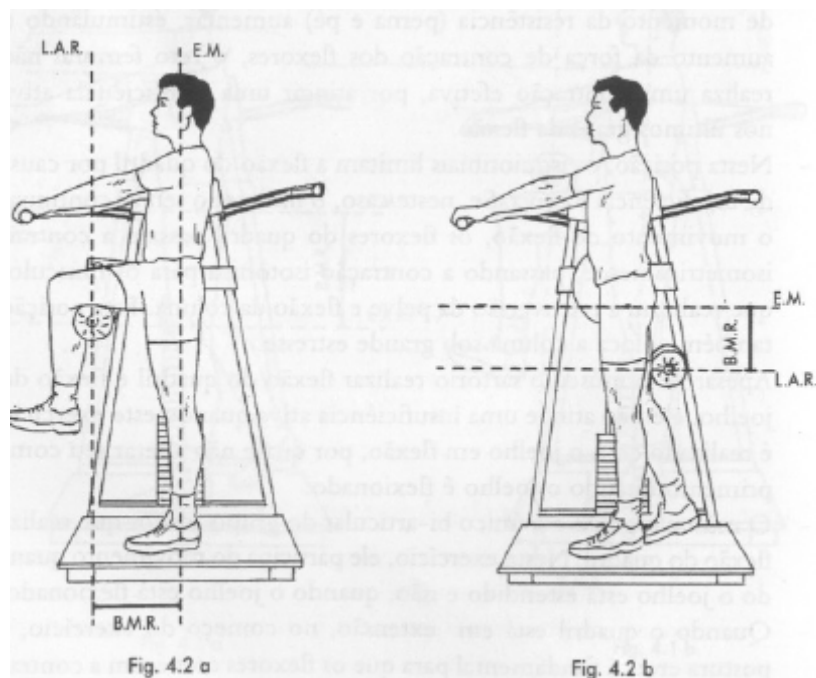
Quando o quadril está em extensão, no começo do exercício, a postura ereta é fundamental para que os flexores comecem a contração partindo de pré-estiramento melhorando, assim, a relação força comprimento. Contudo, se o executante inclinar-se para frente neste momento, não há extensão do quadril nem o aumento da relação força-comprimento.

Para a correta técnica de execução e segurança deste exercício, a pelve deve permanecer fixa durante toda a amplitude do movimento da articulação do quadril.

Extensão do Quadril no Aparelho (em Pé)

Este exercício deve ser feito para equilibrar a postura da pelve e, conseqüentemente, manter o ideal alinhamento da coluna vertebral.

Os principais músculos exercitados neste exercício são o glúteo máximo (mono-articular) e os isquiotibiais (bi-articulares). Estes músculos podem ser assistidos, neste movimento, Pela porção posterior do músculo glúteo médio, pelas fibras superiores do músculo adutor magno e pelo músculo piriforme.



Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência é no início do exercício (quando o fêmur está na posição horizontal) e diminui conforme o quadril estende devido à aproximação do acolchoado (onde a parte posterior do fêmur está apoiada) do eixo da articulação do quadril.

O glúteo máximo é o músculo que possui o maior braço de momento dos extensores do quadril tendo, portanto, a maior capacidade de produção de torque para o movimento de extensão. O maior braço de momento deste músculo é na posição anatômica (neutra).

Embora o braço de momento combinado dos isquiotibiais seja menor que o do glúteo máximo em todos os pontos do alcance do movimento, os isquiotibiais aumentam seu braço de momento quando o quadril flexiona para 35° e diminui deste ponto em diante; o braço de momento do glúteo máximo decresce em qualquer ângulo, além da posição neutra.

O movimento deve acontecer da flexão (aproximadamente 90°) até mais ou menos 10° de extensão permitidos pela articulação do quadril. Qualquer movimento de extensão além dos 10° resultará numa anteversão da pelve e numa conseqüente hiperextensão da coluna lombar, aumentando, assim, os riscos de lesão desta última articulação.

Se os músculos reto femural e iliopsoas não forem muito elásticos, sua insuficiência passiva precoce fará as alterações da pelve e da coluna (citadas acima) acontecerem antes mesmo de o quadril chegar posição anatômica.

Portanto, os exercícios de alongamento para estes músculos flexores do quadril são fundamentais para a segurança deste exercício.

A manutenção da postura ereta é necessária durante todo o movimento. A inclinação do tronco, posteriormente, com concomitante extensão do quadril (fase excêntrica), resultará na contração isométrica dos extensores do quadril e na limitação da amplitude do movimento.

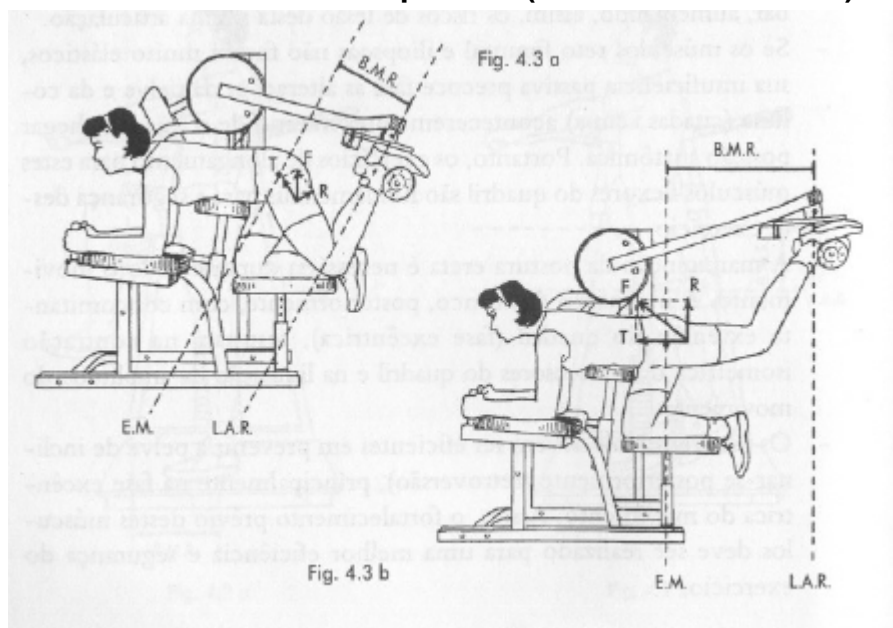
Os paravertebrais devem ser eficientes em prevenir a pelve de inclinar-se posteriormente (retroversão), principalmente na fase excêntrica do movimento. Assim, o fortalecimento prévio destes músculos deve ser realizado para uma melhor eficiência e segurança do exercício.

A extensão do joelho, durante a realização da fase concêntrica do exercício, previne a insuficiência ativa dos isquiotibiais no final da extensão do quadril, por melhorar a relação força-comprimento (conforme os isquiotibiais se encurtam no quadril, eles se alongam no joelho).

Se o joelho ficar flexionado durante todo o movimento, a participação do glúteo máximo é maior por causa de insuficiência ativa dos isquiotibiais. Nesta posição, a extensão do quadril torna-se limitada pela insuficiência passiva do reto femural. Se o executante tentar continuar o movimento a partir deste ponto, os extensores do quadril passam a contrair isometricamente e a contração isotônica será transferida para os músculos que realizam a anteversão da pelve e hiperextensão da coluna, aumentando assim, os riscos de lesão da coluna vertebral.

Para a correta técnica de execução e segurança deste exercício, a pelve deve permanecer fixa durante toda a amplitude do movimento da articulação do quadril.

Extensão do Quadril no Aparelho (em Decúbito Ventral)



Análise Biomecânica do Exercício

Como neste exercício o joelho faz uma ligeira extensão durante a fase concêntrica do movimento, o braço de momento da resistência aumenta no final da extensão.

O componente translatório é de compressão durante todo o movimento, favorecendo a estabilidade da articulação do quadril.

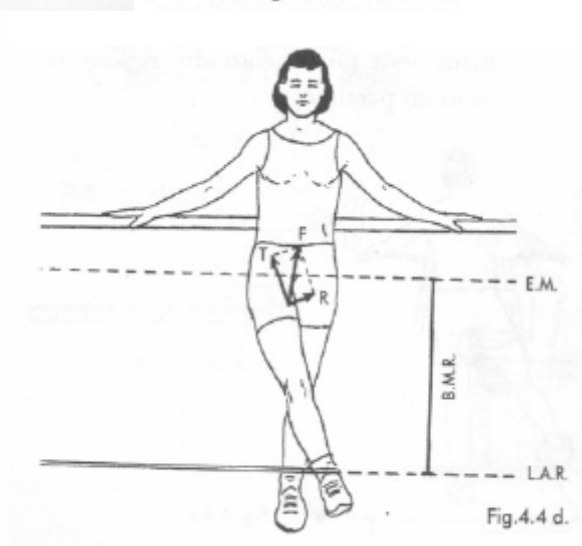
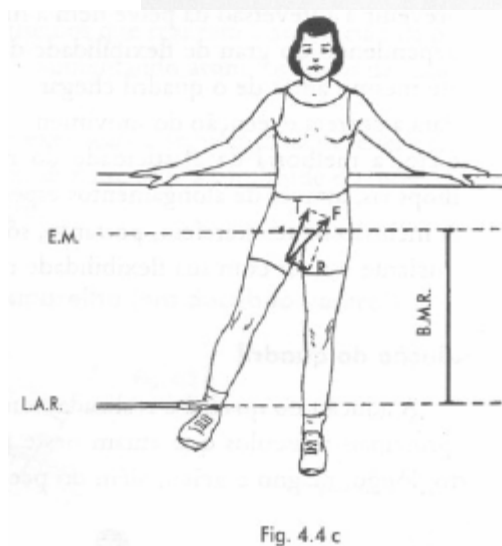
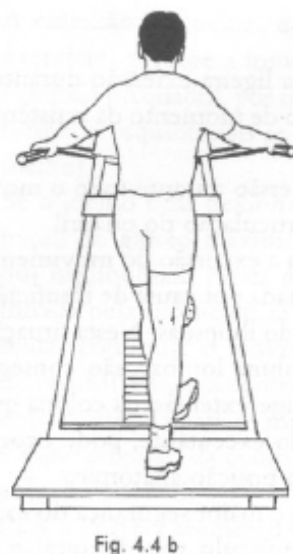
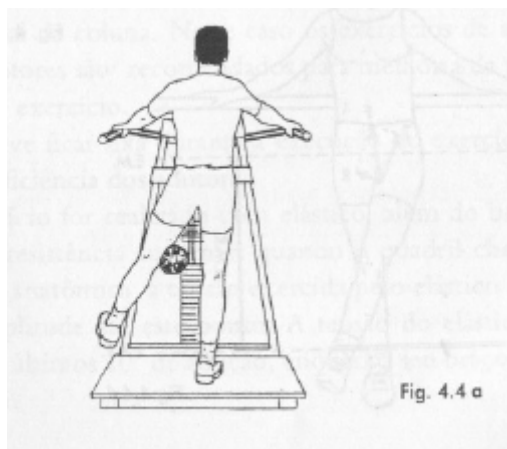
Como o joelho fica flexionado por toda a excursão do movimento, a amplitude de extensão pode ficar limitada por causa de insuficiência passiva do músculo reto femural ou do iliopsoas. Nesta situação, o apoio anterior do aparelho para a coluna lombar não consegue prevenir a anteversão da pelve nem a hiperextensão da coluna que, dependendo do grau de flexibilidade do executante, pode ocorrer até mesmo antes de o quadril chegar na posição anatômica.

Para a correta execução do movimento e maior segurança do exercício, a melhoria da elasticidade do músculo reto femural e do iliopsoas, através de alongamentos específicos, é fundamental.

A inclusão deste exercício, portanto, só deve ser feita depois que o iniciante estiver com sua flexibilidade melhorada.

Adução do Quadril

A adução do quadril é realizada numa amplitude de apenas 10° . Os principais músculos que atuam neste movimento são os adutores curto, longo, magno e grácil, além do pectíneo.



Análise Biomecânica do Exercício

Por causa da pequena amplitude permitida pela articulação do quadril na adução, este exercício deve começar a partir de aproximadamente 45° de abdução. Nesta posição os adutores apresentam uma relação força-comprimento favorável e a amplitude do movimento de adução passa a ser de $50-55^\circ$.

O braço de momento da resistência é menor no começo do exercício e aumenta, conforme o quadril aduz até a posição anatômica, diminuindo deste

ponto em frente até completar 10° de adução (no caso de este exercício ser executado utilizando um cabo).

Para realizar mais que 10° de adução (partindo da posição anatômica) o executante tem que realizar uma adução do quadril da outra perna e uma flexão lateral da coluna lombar, o que resulta numa inclinação lateral da pelve. Neste caso, a partir dos 10° em frente, a contração dos adutores passa a ser isométrica (para manter o quadril aduzido) e a contração isotônica concêntrica passa para os adutores da outra coxa e flexores laterais da coluna, incluindo o reto do abdome, paravertebrais, oblíquos internos e externos e quadrado lombar, do lado da coluna oposto ao dos adutores que se tornaram isométricos. Esta posição predispõe a coluna às lesões.

Se o executante não possuir muita elasticidade nos adutores, no final da abdução (fase excêntrica do exercício), eles sofrem uma insuficiência passiva. Para dar continuidade à abdução, ocorre necessariamente a abdução da articulação do quadril do outro lado e a flexão lateral da coluna. Neste caso os exercícios de alongamento para os adutores são recomendados para melhoria da técnica e segurança do exercício.

A pelve deve ficar fixa durante a execução do exercício, para aumentar a eficiência dos adutores. Se o exercício for realizado com elástico, além do braço de momento da resistência aumentar quando o quadril chega próximo da posição anatômica, a tensão exercida pelo elástico é a maior de toda a amplitude até este ponto. A tensão do elástico ainda aumenta nos últimos 10° de adução, enquanto seu braço de momento diminui.

Adução na Cadeira Adutora

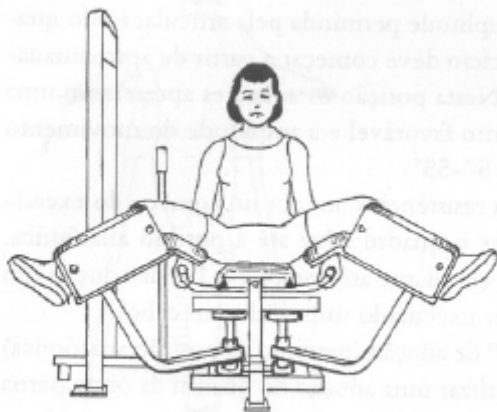


Fig. 4.5 a

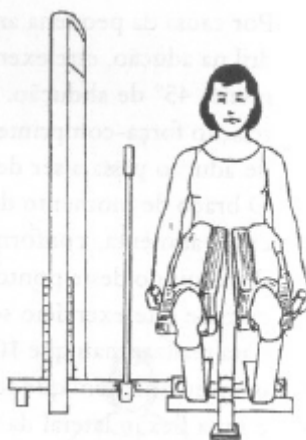


Fig. 4.5 b

Análise Biomecânica do Exercício

O braço de momento da resistência aumenta conforme o quadril aduz e é o maior quando o quadril está próximo da posição anatômica.

A fase excêntrica do movimento pode ter uma amplitude limitada, devido à insuficiência passiva dos adutores.

Neste exercício, como as duas coxas se movimentam ao mesmo tempo, não há inclinação lateral da pelve e flexão lateral da coluna, como no exercício anterior.

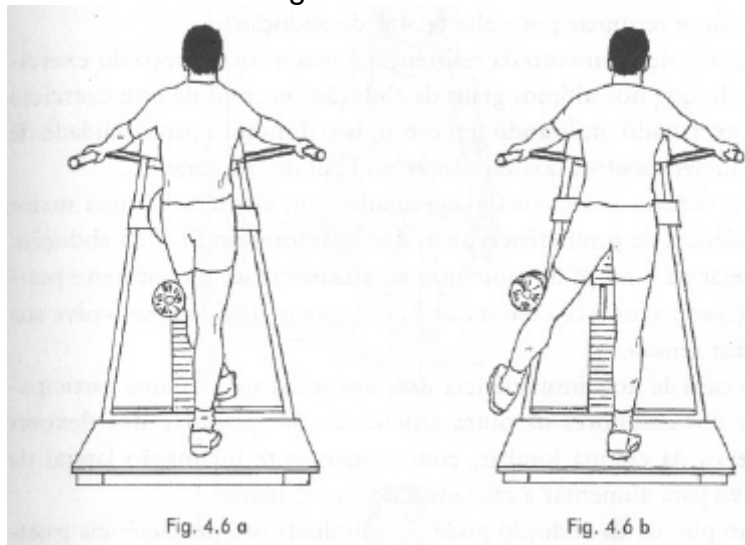
O exercício exige uma menor participação dos músculos estabilizadores que o exercício anterior.

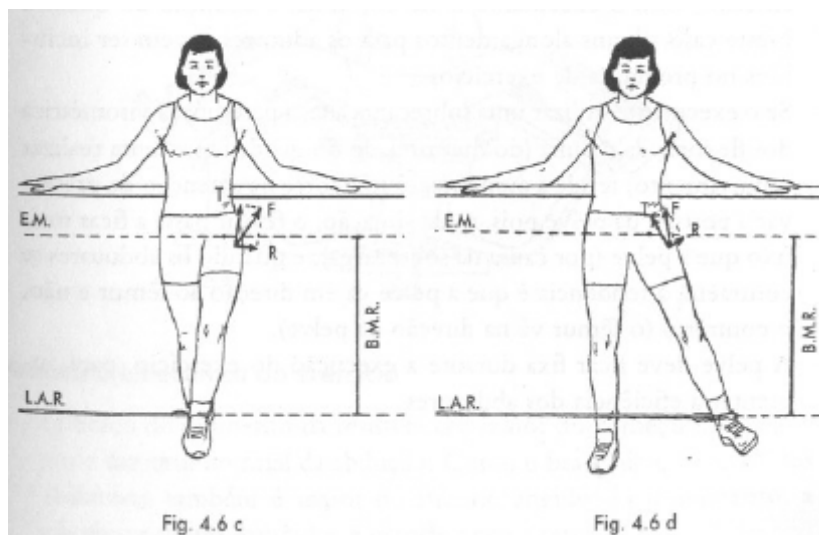
Como este aparelho utiliza uma roldana oval (cam), o raio da roldana (braço de momento) aumenta, conforme o braço de momento dos adutores também aumenta.

Abdução do Quadril

Os músculos glúteos médio e mínimo trabalham juntos para abduzir o quadril numa cadeia cinemática aberta e, com maior importância, mantêm a pelve fixa durante o apoio unilateral do membro inferior.

O quadril realiza aproximadamente 45° de abdução. Outros abdutores incluem o tensor da fáscia lata e o glúteo máximo.





Análise Biomecânica do Exercício

Os abdutores do quadril têm o maior braço de momento numa posição um pouco aduzida em relação à posição anatômica. Portanto, este movimento deve começar, partindo-se de uma pequena adução e terminar por volta de 45° de abdução.

O braço de momento da resistência é maior no começo do exercício do que nos últimos graus da abdução (no caso de este exercício ser executado, utilizando um cabo). Isto diminui a probabilidade de insuficiência ativa dos abdutores no final do movimento.

Se o mesmo exercício for executado com elástico, há uma maior tendência de insuficiência ativa dos abdutores no final da abdução. Apesar de o braço de momento da resistência ser menor neste ponto (como acontece com o cabo), é aí que o elástico desenvolve sua maior tensão.

No caso de uma insuficiência ativa dos abdutores, há uma participação dos abdutores da outra articulação do quadril e dos flexores laterais da coluna lombar, com conseqüente inclinação lateral da pelve para aumentar a eficiência do movimento.

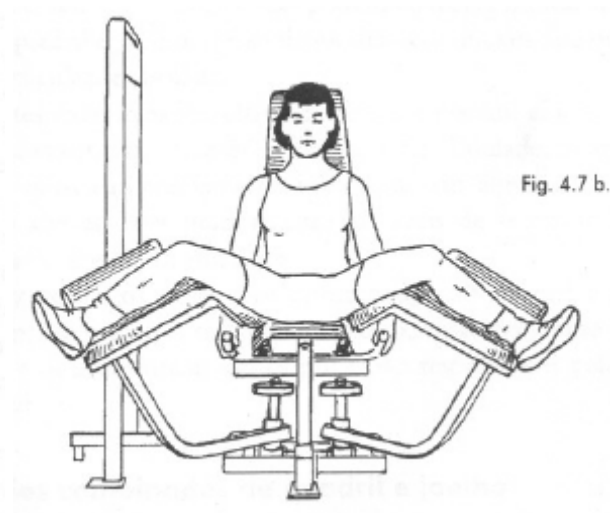
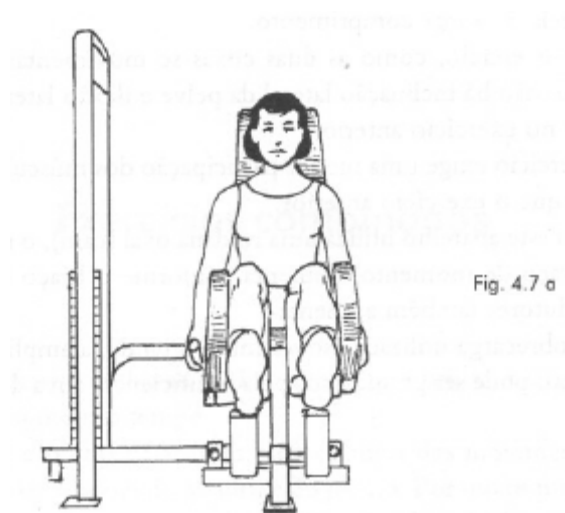
A amplitude da abdução pode ficar limitada por insuficiência passiva dos adutores. Isto também causa as alterações citadas na análise anterior, caso o executante tente continuar a abdução do quadril. Neste caso, alguns alongamentos para os adutores devem ser incluídos no programa de exercícios.

Se o executante utilizar uma sobrecarga alta, a participação isométrica dos flexores da coluna (do mesmo lado do quadril que tenta realizar o movimento) tende a aumentar. Isto ocorre na intenção de preservar a postura da pelve pois, nesta situação, o fêmur passa a ficar mais fixo que a pelve (por causa da

sobrecarga), e quando os abdutores se contraem, a tendência é que a pelve vá em direção ao fêmur e não, o contrário (o fêmur vá na direção da pelve).

A pelve deve ficar fixa durante a execução do exercício, para aumentar a eficiência dos abdutores.

Abdução na Cadeira Abdutora



Análise Biomecânica do Exercício

O braço de momento da resistência é maior no começo do exercício e diminui no final da abdução. Como o braço de momento dos abdutores também é maior no mesmo ângulo do movimento, a eficiência destes músculos é grande neste exercício.

No início do movimento, os músculos abdutores estão numa eficiente relação força-comprimento.

Neste exercício, como as duas coxas se movimentam ao mesmo tempo, não há inclinação lateral da pelve e flexão lateral da coluna, como no exercício anterior.

O exercício exige uma menor participação dos músculos estabilizadores que o exercício anterior.

Como este aparelho utiliza uma roldana oval (cam), o raio da roldana (braço de momento) aumenta conforme o braço de momento dos adutores também aumenta.

Se a sobrecarga utilizada estiver muito grande, a amplitude do movimento pode ser prejudicada pela insuficiência ativa dos abdutores.

Capítulo 5

Exercícios Combinados

Exercícios combinados são aqueles que utilizam mais de uma articulação ao mesmo tempo.

Neste capítulo há análises biomecânicas dos movimentos combinados das articulações do quadril e do joelho. Por serem movimentos de cadeia cinemática fechada, eles podem envolver muitas articulações além do quadril e joelho, tornando-os mais complexos que os exercícios para articulações isoladas.

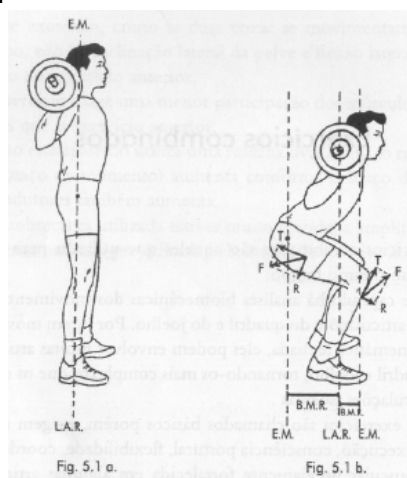
Estes exercícios são chamados básicos, porém, exigem uma boa técnica de execução, consciência postural, flexibilidade, coordenação e estrutura muscular previamente fortalecida em algumas articulações, tornando alguns deles praticamente inviáveis de serem incluídos no programa de um aluno iniciante.

Em todos os exercícios combinados de quadril e joelho, o quadríceps é o principal responsável pela extensão do joelho e o glúteo máximo e os isquiotibiais são os principais responsáveis pela extensão do quadril.

Exercícios Combinados de Quadril e Joelho

Agachamento Com Barra

O agachamento é considerado um dos melhores exercícios de musculação. Ele é muito eficiente em desenvolver os músculos anteriores e posteriores da coxa. Porém, este exercício é associado a diversos tipos de lesões, principalmente da coluna vertebral, que na maioria das vezes são causadas por uma técnica de execução precária e/ou por falta de estrutura muscular das articulações mais exigidas.



Análise Biomecânica do Exercício

Os maiores braços de momento da resistência para as duas articulações acontecem na posição de flexão.

Se o executante fizer o exercício com todo o pé apoiado no chão, a manutenção do equilíbrio só é conseguida na fase excêntrica, pela projeção do tronco anteriormente (flexão do quadril). Isto causa um aumento do braço de momento da resistência no quadril, com concomitante diminuição no joelho, favorecendo a participação dos músculos glúteo máximo e isquiotibiais.

Com o aumento da flexão do quadril, o braço de momento da resistência na coluna lombar fica maior, aumentando a ação dos extensores da coluna e os riscos de lesão. Nesta posição, a força da contração dos extensores da coluna, além de preservar a postura da mesma, aumenta o componente translatório de compressão dos discos intervertebrais. O aumento do braço de momento mais a força dos extensores pode fazer as forças compressivas na coluna lombar serem até mais de dez vezes o valor do peso que está sendo levantado.

O iniciante não tem uma estrutura muscular (principalmente nos extensores da coluna e abdominais) nem articular para sustentar estas forças translatórias, tornando-o suscetível à lesão.

A insuficiência passiva do gastrocnêmio pode impedir o deslocamento anterior da tíbia (dorsiflexão) durante a fase excêntrica. Isto aumenta o grau de flexão do quadril para manter o equilíbrio e, conseqüentemente o risco de lesão da coluna aumenta.

A coluna deve ficar na posição anatômica (com a curvatura normal da região lombar) durante toda a amplitude do movimento. Esta posição diminui a compressão anterior do disco intervertebral, se comparada ao exercício realizado com a coluna lombar em flexão.

Se o executante, apoiar o calcanhar numa pequena plataforma ao executar o agachamento, o equilíbrio é mantido durante a fase excêntrica do movimento, sem que o tronco precise projetar-se anteriormente (flexão do quadril). Isto faz com que o braço de momento da resistência seja maior para o joelho 40 que para o quadril, aumentando, assim, a participação do quadríceps.

O braço de momento da resistência para a coluna também diminui nesta posição, diminuindo as forças compressivas causadas pelo torque excessivo. Porém, apesar de não haver torque na coluna, o próprio peso coloca sobre os ombros gera um componente translatório de pressão na coluna, principalmente na região lombar.

A insuficiência passiva do glúteo máximo (no momento de maior flexão do quadril) pode favorecer a retroversão da pelve e a conseqüente flexão da coluna lombar. Esta postura da coluna diminui a capacidade dos extensores e aumenta os riscos de lesão. Neste caso, o executante deve realizar o exercício com pouca flexão do quadril, até que consiga aumentar a elasticidade muscular através de alongamentos específicos.

~os...extensores da coluna lombar (paravertebrais) ~,2(arem_a
 ~elve ,na posição anatômica, q!allW o glúteo se cQntraí para estepjecQ.
 quadril,il12primeira_tendência de movimento será de retrovers~o
 <!a.p.clve.Como á~retroversão da _p~eJ.yeé seguida pela flexão..s!~
 c..o..l.una, os riscos de lesão nesta articulação aumentam.
 Este exercício exige grande participação dos estabilizadores, se comparado
 aos exercícios de agachamento em aparelhos. Isto deve ser
 considerado no momento de prescrevê-lo para um hipertenso, por
 exemplo.
 Se o executante não possuir uma mínima hipertrofia da porção superior
 do !p_úJ>cuJo trap~UQ,2I?~F.Ea ..EodeEres~ionar ramificações do
 píexo braquial.

Agachamento Horizontal com aparelho

E.M.

.]

;;;' (joelho) - ~

~ ---- ~ LAR.

E.M. --

(quadril)

~II

I

I - -- E.M.

JUI--f ----- r(joelho)

11 - .L "~ "

.~.---- - L.AR.

E.M.--

Fig.5.2a

Fig.5.2 b.

Análise biomecânica do exercício

Os maiores braços de momento da resistência ocorrem quando o joelho e o quadril estão em flexão.' "

Este aparelho ~ão exige equilíbrio,. eliminan.dü._as.sim,-a_as_ãQd,o.s
 ~res.

- Não há braço de momento e, portanto, torque na coluna. Isto aumenta a segurança e diminui o risco de lesões desta articulação.

Os componentes translatórios são de compressão articular durante toda a amplitude do movimento, tanto para o quadril quanto para o joelho.

O local onde os pés são colocados, na plataforma, previne uma flexão

muito grande do joelho. Isto aumenta a segurança do exercício para esta articulação, porém, impede a completa extensão do quadril. Apesar de ser mais seguro, este exercício não é realizado com a mesma amplitude de movimento que o agachamento com peso livre.

.Agachamento com afastamento lateral

~II

II~

Este exercício é uma variação do exercício de agachamento convencional.

O afastamento lateral favorece ~ão dos músculos adutores

~ m.QyÜ:nento ,

I

B.M.R. I

I,

B.M.R. LAR. E.M.

Fig. 5.3 a Fig.5.3 b

Análise biomecânica do exercício

o maior braço de momento da resistência acontece a 90° de flexão do joelho.

Os componentes translatórios são de compressão durante toda a amplitude do movimento.

- Por causa do grande afastamento lateral necessário para que o joelho não ultrapasse 90° de flexão, a amplitude do movimento é limitada.

Como não há projeção do tronco para frente, não há torque na coluna porém, b peso da barra gera uma força translatória, que comprime os discos intervertebrais.

Q !!!9vi~nto r.eali~do neste exercício é, de cadeia cinemática fe~

~. Quando ~a contração do quadríceps, em ~7. rl.~_iUibja

d~slo.f~t;;.~<an;;teriormel!!!; 12 remur que se movimenta, !2..o.lill!o.e..

eé esÊ fuc.2n..2..,chão.Como a extremidade proximal do remur também

está relativamente fixa, qU.a.l1..@acontece a contração do

~dríc~ps+ a..ex:trernida_d~di\$taldo relllUl:~a exg-emida~e pro;çimal

d.a.--tíbia se deslocam...p.osteriormemente, causando a extensão do joelho.

Quando o remur se desloca posteriormente, o quadril indiretamente realiza extensão e adução. Por isso, se o executante só se concentrar no joelho, durante a execução deste exercício, o quadríceps

pode realizar a maior parte do movimento sem que haja muita participação dos adutores e extensores do quadril.

- A mesma coisa acontece com o quadril. Se o executante se concentrar em estender e aduzir o quadril, a extremidade distal do remur se deslocará para trás e para dentro. Este movimento também estende o joelho, pois o pé está fixo no chão. Por isso, se b -executante possui uma grande capacidade de concentração, este exercício pode ser realizado com uma grande ênfase no joelho, no quadril ou nas duas articulações ao mesmo tempo.

- Para que o maior trabalho seja dos músculos do quadril, o executante deve concentrar-se em aproximar um remur do outro. Ao realizar este movimento, o joelho estende automaticamente, por

fazer parte de uma cadeia cinemática fechada.

- Para que o maior trabalho seja do quadríceps, o executante deve concentrar-se em estender o joelho. Com a extensão do joelho, o

Exercícios combinados 87
quadril estende e aduz automaticamente, por fazer parte de uma cadeia cinemática fechada.

Uma insuficiência passiva dos adutores do quadril pode limitar a amplitude do movimento e forçar o joelho no sentido da posição valga (tíbia abduzida em relação ao remur). Nesta situação, a articulação do joelho fica muito suscetível à lesão.

A colocação dos pés, apontando para fora, deve ser realizada através de uma rotação lateral do quadril e não, do joelho. Quando a rotação acontece no quadril, o joelho realiza flexão e extensão, da mesma forma que na posição anatômica, diminuindo os riscos de lesão para esta articulação.

. Lunge (avanço)

Este é o exercício no qual a articulação do quadril consegue realizar a maior amplitude de movimento. Este exercício também é muito efetivo para o desenvolvimento dos músculos do joelho, quando executado corretamente.

E.M.I

|

|

|

l+

|

LAR.

Fig. 5.4 a Fig. 5.4 b.

Análise biomecânica do exercício

- O maior braço de momento da resistência para o joelho da perna da frente acontece na posição de flexão.

- Este exercício deve ser executado com afastamento posterior. O afastamento anterior cria uma certa inércia para o remur, que tende a continuar o movimento para frente, quando a tíbia se fixa no momento em que o pé toca o solo. Este movimento cria um grande estresse para os ligamentos (principalmente o ligamento cruzado posterior) e para tendão patelar.

- Todas as forças translatórias causadas pelas contrações musculares são de compressão articular por toda a amplitude do movimento.

Quando o executante projeta o tronco para frente, na fase excêntrica do movimento, o braço de momento da resistência aumenta na articulação do quadril e diminui na articulação do joelho. Assim, aumenta o trabalho dos músculos glúteo máximo e isquiotibiais da perna que ficou à frente. Nesta situação, o braço de momento da resistência para a coluna também aumenta, favorecendo o aumento das forças compressivas nesta articulação.

Se o executante mantém a postura da coluna ereta e concentra o

peso na perna que afastou para trás, somente o quadríceps realizará o movimento sem qualquer participação dos extensores do quadril desta perna. Na perna que ficou à frente, o trabalho também é maior para o quadríceps.

- Este exercício exige mais equilíbrio do que o agachamento convencional.

A vantagem deste exercício, em relação ao agachamento, é com relação às sobrecargas utilizadas. Como o movimento enfatiza uma perna de cada vez, as sobrecargas utilizadas podem ser menores que as do agachamento, porém, o estímulo continua sendo grande. Esta diminuição da sobrecarga também diminui as forças translatórias de compressão da coluna.

- Da mesma maneira que no agachamento, a insuficiência passiva do glúteo máximo pode causar a retroversão da pelve.

- A pelve não deve realizar inclinação lateral em nenhum momento do movimento. A inclinação lateral da pelve (para baixo, no lado da perna que se desloca posteriormente) causa uma flexão lateral da coluna lombar. A compressão do disco intervertebral aumenta no lado da concavidade da curvatura, aumentando o risco de lesão. A manutenção da postura correta da pelve é realizada pela contração dos abdutores do quadril (da perna anterior) e dos flexores laterais da coluna (do lado da perna posterior).

- Uma hipertrofia do músculo trapézio (porção superior) também diminui o risco de compressão de ramificações da medula espinhal, neste exercício.

- A insuficiência passiva do reto femoral ou do iliopsoas da perna de trás pode causar uma anteversão da pelve, com concomitante hiperextensão da coluna lombar.

. Leg Press horizontal

LAR.

Fig.5.5 a

E.M.

E.M.

E.M.

Fig.5.5 b

Análise biomecânica do exercício

o maior braço de momento da resistência acontece ~d~o ioe-
lh..9YJUluadri) estão flexionados.

Como o quadril fica em flexão logo no começo do exercício, este exercício tem uma amplitude de movimento limitada para esta articulação.

Uma maneira de aumentar a amplitude de movimento do quadril é colocar os pés no apoio de cima.

- Da mesma maneira que no agachamento com afastamento lateral, a concentração tem um papel importante na participação mais efetiva dos músculos envolvidos.

Se o executante concentrar-se em realizar a extensão do quadril, o joelho fará extensão, porque os pés estão fixos no apoio do aparelho. Desta maneira a participação dos extensores do quadril aumenta.

Se o executante se concentrar em estender o joelho, o quadril também fará extensão, porque a extremidade distal da tíbia não se movimenta anteriormente, por causa dos pés fixos no apoio do aparelho.

- Uma insuficiência passiva dos isquiotibiais pode limitar a extensão do joelho. Neste caso, é necessário melhorar a elasticidade destes músculos, através de exercícios de alongamento.

- Uma fraqueza dos extensores da coluna lombar pode permitir que a pelve realize uma retroversão, quando os glúteos e isquiotibiais se contraem para realizar a extensão.

- A distância do banco deve ser uma em que o executante não realize uma flexão muito grande do quadril e do joelho. Esta posição também causa retroversão da pelve com concomitante flexão da coluna lombar, deixando-a suscetível à lesão.

PARTE 3: O TRONCO

Capítulo 6

Exercícios Abdominais

Os músculos da parede anterior do abdome (reto do abdome, oblíquos internos e externos e transversos) têm uma função fundamental na postura e movimentação da coluna vertebral, pelve e caixa torácica.

Os movimentos da coluna que podem ser realizados por estes músculos são: flexão, flexão lateral e rotação, e devem ser realizados para um bom trabalho dos músculos do abdome.

Estes músculos realizam também a retroversão da pelve e, por isso, são importantes na prevenção ou diminuição da hiperlordose lombar.

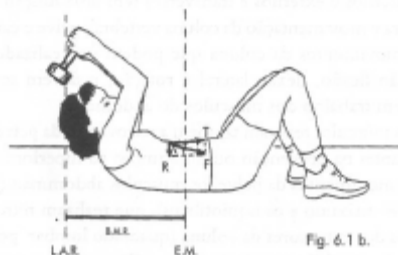
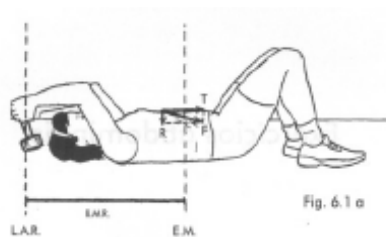
Nos movimentos da pelve, os músculos abdominais (juntamente com o glúteo máximo e os isquiotibiais), que realizam retroversão, são antagônicos dos extensores da coluna (quadrado lombar, por exemplo) e flexores do quadril (principalmente o iliopsoas e o reto femoral), responsáveis pela anteversão da pelve.

Alguns exercícios abdominais são muito polêmicos. Um conhecimento biomecânico destes exercícios pode esclarecer várias dúvidas com relação aos músculos trabalhados e à eficiência destes exercícios para o fortalecimento da parede abdominal anterior.

Exercícios Abdominais

Flexão da Coluna

Este é um dos mais básicos e eficientes exercícios abdominais. Se realizado com sobrecarga, todos os quatro músculos abdominais entram em ação. A função do transversos, neste caso, é comprimir as vísceras, para que a caixa torácica possa movimentar-se com mais liberdade sobre esses órgãos.



Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência (parte superior do tronco, membros superiores e o peso) acontece no momento da saída do ombro do chão, no começo do exercício. Conforme o executante realiza a flexão da coluna, o braço de momento diminui.

Os componentes translatórios são de compressão articular da coluna, durante toda a amplitude de movimento. O grau de flexão da coluna pode variar entre os indivíduos. A insuficiência passiva dos extensores da coluna pode limitar a flexão.

O movimento de flexão deve acontecer sem que a coluna lombar perca o contato com o chão, pois quando isto acontece, o eixo do movimento sai da coluna e passa para a articulação do quadril, favorecendo a ação isotônica do iliopsoas e reto femural. Quando estes músculos entram no movimento, a pelve é puxada no sentido da anteversão e a coluna, da hiperextensão, o que aumenta os riscos de lesão nesta articulação.

Se o executante tiver os flexores do quadril encurtados, o ideal é aumentar o grau de flexão do mesmo, para evitar que a coluna lombar fique hiperestendida, por causa de insuficiência passiva destes músculos durante o exercício. A fixação dos pés no chão favorece o aumento da ação dos flexores do quadril no movimento.

O executante deve realizar o movimento até o ponto em que os pés comecem a perder o contato com o solo, (sem que a coluna lombar saia do chão), pois os pés perdem o contato com o solo quando o movimento passa para a articulação do quadril. Quando o eixo do movimento passa a ser a articulação do quadril, o peso do tronco mais o dos membros superiores (que estão de um lado do eixo) passa a ser maior do que o peso dos membros inferiores (que estão do outro lado do eixo). Isto causa um deslocamento do fêmur na direção da coluna e não, da coluna em direção ao fêmur (quando os flexores do quadril se contraem para continuar o movimento), fazendo com que os pés percam o contato com o solo.

A amplitude de movimento deve ser a máxima permitida pela coluna, sem que haja hiperextensão da coluna nem flexão do quadril, ou seja, os ombros e a cabeça devem sempre voltar a tocar no chão, na fase excêntrica do movimento. Este movimento feito numa amplitude reduzida pode causar um encurtamento dos músculos abdominais. Quando os músculos abdominais ficam encurtados, eles deprimem a caixa torácica e favorecem uma postura cifótica.

Se o executante realizar este exercício com as mãos atrás da cabeça, a intensidade do exercício diminui, pois o peso dos membros superiores se

aproxima do eixo da coluna. Isto causa uma diminuição do braço de momento da resistência e uma conseqüente diminuição do torque.

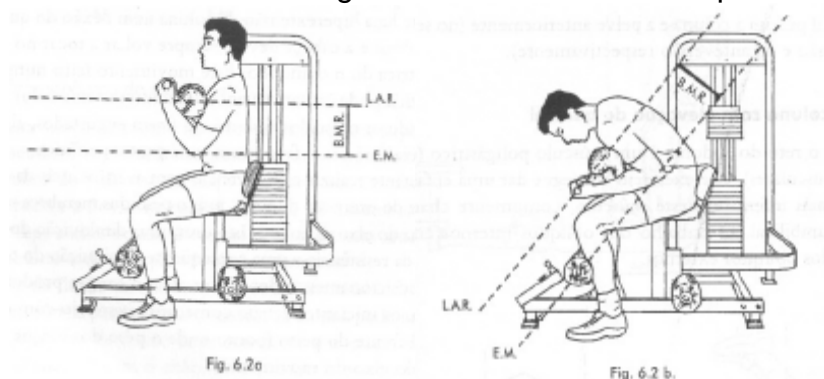
Como o posicionamento dos braços afeta o torque produzido pela resistência, os iniciantes devem começar o exercício com os braços cruzados à frente do peito (ponto onde o peso dos braços está mais próximo do eixo do movimento).

O uso de pesos apoiados no peito não é muito interessante, porque, quando o executante começa a flexão da coluna, o peso fica muito próximo do eixo do movimento. Neste ponto, o peso exerce mais uma pressão sobre as vísceras do que gera torque no sentido contrário à contração dos músculos abdominais. A maneira mais eficiente é segurar o peso pelas mãos e distanciá-lo o máximo possível da coluna (pela flexão do ombro e pela extensão do cotovelo, como na figura).

O primeiro movimento que acontece, quando o abdome se contrai para fazer a flexão da coluna, é uma retroversão da pelve. Esta retroversão é seguida de flexão da coluna lombar, que passa a ficar totalmente apoiada no chão, aumentando, assim, a base de suporte e facilitando também a total flexão da coluna torácica.

Flexão da Coluna no Aparelho

Este exercício tem a vantagem de poder aumentar muito mais a intensidade através da sobrecarga, que pode chegar a valores bem mais altos que no exercício anterior. Os músculos do abdome devem ser exercitados como qualquer outro músculo do corpo, então, para hipertrofiá-los, as sobrecargas devem ser altas e o número de repetições, conseqüentemente, menor. Esta intensidade só é conseguida em exercícios com aparelhos.



Análise Biomecânica do Exercício

O braço de momento da resistência é, maior no começo do exercício e diminui no final da flexão. Os componentes translatórios resultantes da contração dos músculos abdominais são de compressão articular da coluna, durante toda a amplitude do movimento.

A insuficiência passiva do reto femoral e do iliopsoas não ocorre neste exercício, devido à grande flexão do quadril (90°) durante todo o movimento.

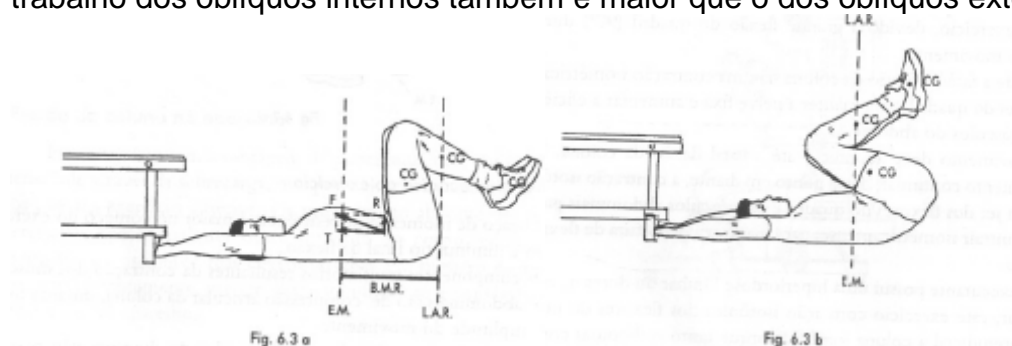
Durante a fase de flexão da coluna há uma contração isométrica dos flexores do quadril, para manter a pelve fixa e aumentar a eficiência dos músculos do abdome.

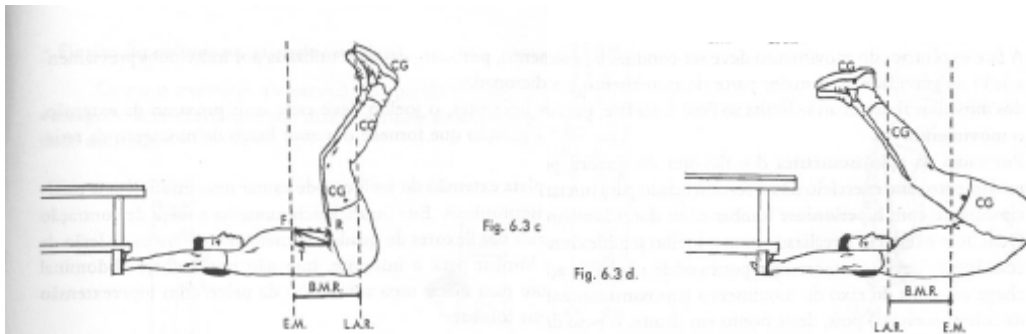
O movimento deve acontecer até a total flexão da coluna. Se o movimento continuar, deste ponto em diante, a contração isotônica passa a ser dos flexores do quadril e os músculos abdominais passam a se contrair isometricamente, para manterem a postura de flexão da coluna.

Se o executante possui uma hiperlordose lombar ou dores na região lombar, este exercício com ação isotônica dos flexores do quadril será prejudicial à coluna lombar, porque tanto o iliopsoas como o reto femoral puxam a coluna e a pelve anteriormente (no sentido da hiperextensão e da anteversão respectivamente).

Flexão da Coluna com Elevação do Quadril

Como o reto do abdome é um músculo poligástrico (com vários ventres musculares), este exercício consegue dar uma ênfase maior nas porções mais inferiores deste músculo, comumente chamada de porção infra-umbilical. O trabalho dos oblíquos internos também é maior que o dos oblíquos externos.





Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência (quadril e membros inferiores) acontece no começo do movimento de flexão da coluna.

As forças translatórias resultantes da contração do abdome são de compressão, em todos os ângulos do movimento.

A articulação do quadril deve permanecer fixa durante todo o movimento, para aumentar a eficiência da contração dos músculos abdominais.

Se o quadril flexionar e o joelho estender antes de o abdome realizar a flexão da coluna, a maior parte da flexão é causada pela inércia do membro inferior e não, pela contração isotônica dos músculos abdominais.

A posição com o joelho totalmente flexionado é a que fornece o maior braço de momento da resistência (e torque) durante todo o movimento, portanto, deve ser utilizada por indivíduos previamente condicionados.

Para os iniciantes, o joelho deve estar mais próximo da extensão, pois é a posição que fornece o menor braço de momento da resistência. A completa extensão do joelho pode causar uma insuficiência passiva dos isquiotibiais. Esta insuficiência aumenta a força de contração isométrica dos flexores do quadril, aumentando os riscos de lesão da coluna lombar para o iniciante, que não possui força abdominal suficiente para evitar uma anteversão da pelve com hiperextensão da coluna lombar.

A fase excêntrica do movimento deve ser conduzida, caso contrário a ação da gravidade faz a maior parte do movimento e a contração dos músculos abdominais se limita ao final desta fase, para desacelerar o movimento.

Por causa da ação isométrica dos flexores do quadril por todo o movimento, este exercício não é recomendado para iniciantes (principalmente com hiperlordose lombar e/ou dores lombares).

Quando o exercício é realizado com o joelho semiflexionado, a fase concêntrica deve acontecer até o ponto onde a linha de ação dos pés chega em

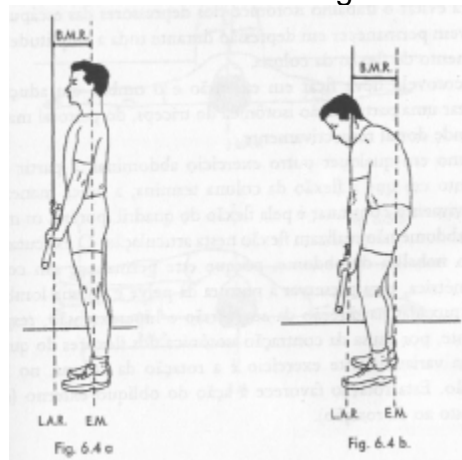
cima do eixo do movimento (aproximadamente no final da coluna torácica) pois, deste ponto em diante, o peso do pé favorece a flexão da coluna, diminuindo a ação do abdome. Se a maior parte do membro inferior passar deste ponto, a contração muscular passa a ser excêntrica para os extensores da coluna e o abdome relaxa completamente (mesmo com a coluna em flexão).

Uma variante deste exercício é a flexão, com uma pequena rotação da coluna. Este exercício aumenta o trabalho do músculo oblíquo interno (do lado contrário ao da rotação).

As mãos não devem ser colocadas embaixo do quadril. Com os braços nesta posição (ao lado do tronco), o executante exerce uma pressão no chão. Esta força causa uma depressão das costelas e do esterno, desfavorecendo a relação força-comprimento para a contração dos músculos abdominais. Além disso, nesta posição, o executante consegue colocar, erroneamente, muita força nos extensores do ombro, na intenção de tentar tirar a coluna do chão.

Flexão da Coluna no Puxador Vertical

Como o exercício abdominal no aparelho, uma das principais vantagens deste exercício é um maior controle da sobrecarga e intensidade utilizada.



Análise Biomecânica do Exercício

O braço de momento da resistência é praticamente inexistente no começo do exercício e aumenta conforme aumenta a flexão da coluna. Este aumento do braço de momento da resistência, enquanto a musculatura abdominal diminui de comprimento, pode favorecer uma insuficiência ativa destes músculos. Por isso, este exercício não deve ser utilizado por iniciantes.

O sentido em que o cabo puxa o braço neste movimento gera uma força translatória de decompressão na coluna vertebral. Esta força translatória é

compensada pela contração do abdome, que produz uma força translatória de compressão articular durante toda a excursão do movimento. Portanto, a força da contração dos abdominais não só flexiona a coluna como aumenta a estabilidade desta articulação, durante o movimento.

Quando as sobrecargas aumentam, há um aumento da participação isométrica dos flexores do quadril para fixar a pelve e evitar que ela realize uma retroversão, por causa da contração do abdome.

Para evitar o trabalho isotônico dos depressores das escápulas, estás devem permanecer em depressão durante toda a amplitude do movimento de flexão da coluna.

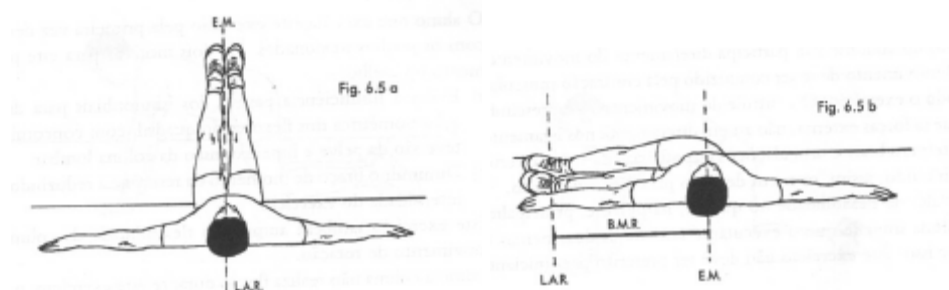
O cotovelo deve ficar em extensão e o ombro em adução, para evitar uma participação isotônica do tríceps, do peitoral maior e do grande dorsal respectivamente.

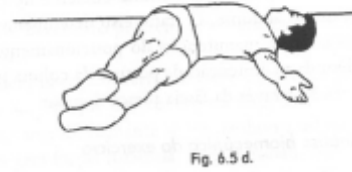
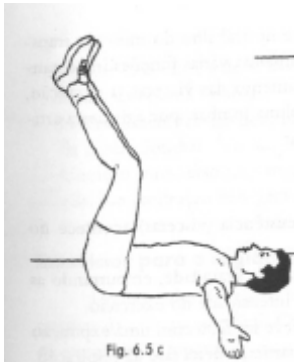
Como em qualquer outro exercício abdominal, a partir do momento em que a flexão da coluna termina, a única maneira de o movimento continuar é pela flexão do quadril, porém, os músculos do abdome não realizam flexão nesta articulação. O executante sente o trabalho do abdome, porque este permanece em contração isométrica, para preservar a postura da pelve e coluna lombar (que são puxadas na direção da anteversão e hiperextensão, respectivamente, por causa da contração isotônica dos flexores do quadril).

Uma variante deste exercício é a rotação da coluna, no final da flexão. Esta rotação favorece a ação do oblíquo externo (do lado oposto ao da rotação).

Rotação da Coluna

O movimento de rotação da coluna aumenta a participação dos músculos oblíquos internos e externos e também dos outros rotadores da coluna. Estes músculos têm um papel importante tanto funcional como estético.





Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento acontece quando o membro inferior aproxima-se do solo e não existe, quando os pés estão acima do quadril.

Os ombros devem permanecer fixos no solo durante todo o movimento, para fixar a caixa torácica e aumentar a eficiência da contração do abdome.

O aluno que executa este exercício pela primeira vez deve fazê-lo com os joelhos flexionados. Há dois motivos para este posicionamento do joelho:

- a) Evitar a insuficiência passiva dos isquiotibiais para diminuir a ação isométrica dos flexores do quadril, com concomitante anteversão da pelve e hiperextensão da coluna lombar.
- b) Diminuir o braço de momento da resistência reduzindo, assim, a intensidade do exercício.

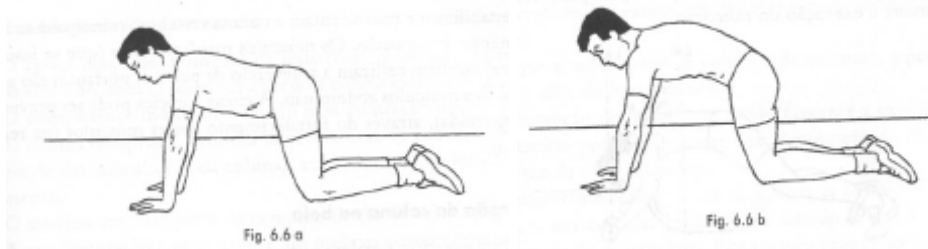
Este exercício também aumenta a flexibilidade da coluna para o movimento de rotação. Como a coluna não realiza flexão durante este exercício, o músculo reto do abdome não participa diretamente do movimento.

O movimento deve ser conduzido pela contração muscular durante todo o exercício. O controle do movimento é imprescindível; para que as forças externas não atuem diretamente nos ligamentos, discos intervertebrais e articulações zigapofisárias da coluna vertebral, diminuindo, assim, os riscos de lesão para esta articulação.

A falta de flexibilidade no quadril, na pelve e, principalmente, na coluna impede que o executante encoste as duas pernas no chão, por isso, este exercício não deve ser prescrito para iniciantes.

Compressão Abdominal

Este exercício é muito eficiente no trabalho do músculo transverso do abdome. O transverso desempenha várias funções importantes como a manutenção do posicionamento das vísceras, a excreção, além da manutenção da postura da coluna lombar, por agir nesta articulação através da fáscia tóraco-lombar.



Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência (vísceras) acontece no começo do movimento. Esta posição do corpo enfatiza a ação da gravidade, empurrando as vísceras para baixo. Isto aumenta a intensidade do exercício.

A fase concêntrica deste exercício deve ser feita com uma expiração forçada, pois o transverso também participa desta fase da respiração. Na fase concêntrica deve haver uma pequena retroversão da pelve e flexão da coluna lombar.

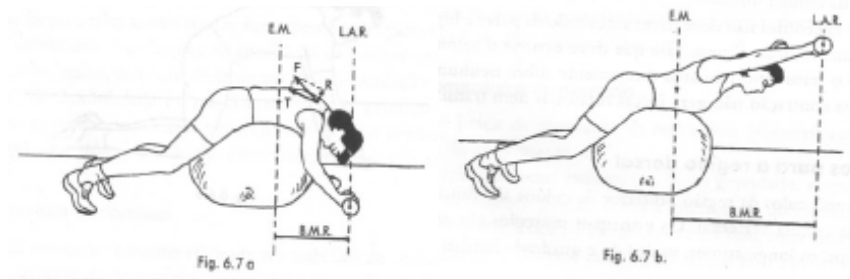
Na fase excêntrica não deve haver anteversão da pelve e hiperextensão da coluna lombar. É nesta fase que deve ocorrer a inspiração. Como o transverso não atua diretamente sobre nenhuma articulação, sua contração não gera forças rotatórias nem translatórias.

Exercícios para a Região Dorsal

Os músculos da região posterior da coluna são fundamentais na postura da coluna vertebral. Os principais músculos são os iliocostais, os espinhais, os longuíssimos, multífido e quadrado lombar. Estes músculos estabilizam e movimentam a coluna vertebral, principalmente no movimento de extensão. Os músculos mais inferiores (que se inserem na pelve) também realizam a anteversão da pelve e, portanto, são antagônicos dos músculos abdominais. A cifose torácica pode ser prevenida (ou diminuída), através do fortalecimento destes músculos (na região torácica).

Extensão da Coluna na Bola

Este exercício fortalece praticamente todos os músculos extensores da coluna vertebral e deve fazer parte de um bom programa de musculação. A bola exige bastante equilíbrio, o que aumenta a participação de toda a musculatura da coluna e pelve para proporcionar estabilidade durante a execução do exercício.



Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência (peso da extremidade superior do tronco) acontece quando a coluna está paralela ao solo. O componente translatório criado pela contração dos extensores da coluna comprime os discos intervertebrais (e aumenta a estabilidade das articulações da coluna), em todos os ângulos do movimento.

O movimento deve partir da completa flexão da coluna (fig. 6.7 a). A movimentação concomitante dos ombros proporciona um estímulo para os músculos deltóide posterior e trapézio.

Os isquiotibiais e o glúteo máximo ficam em contração isométrica, durante o movimento, para prevenir a anteversão da pelve durante a contração dos extensores da coluna (principalmente da região lombar).

Note que o movimento da coluna é de extensão, a partir de uma flexão e não, de hiperextensão. A manutenção do quadril em flexão favorece a execução correta do exercício por proporcionar uma diminuição do risco de hiperextensão da coluna lombar.

Se o executante realizar o exercício com os cotovelos semiflexionados, o ombro pode realizar uma rotação lateral durante a fase concêntrica do movimento. Esta rotação proporciona um fortalecimento de dois músculos do manguito rotador (infra-espinhal e redondo menor).

A contração dos extensores da coluna cervical deve ser isotônica até o ponto em que esta se alinha com a coluna torácica e, deste ponto em diante, a contração deve ser isométrica, para manter a postura da cabeça durante a extensão da coluna torácica e lombar.

No iniciante, este exercício pode ser realizado com os braços ao lado do tronco. Esta posição dos membros superiores diminui o braço de momento da resistência (membros superiores) e decresce a intensidade do exercício.

Neste exercício há também, além dos músculos citados no exercício anterior, a participação dos músculos extensores do quadril (principalmente os isquiotibiais e o glúteo máximo).



Todas as forças translatórias, geradas pela contração dos extensores da coluna e do quadril, são de compressão articular durante toda a excursão do movimento.

O indivíduo treinado deve realizar primeiro a extensão da coluna, seguida pela extensão do quadril. A separação do movimento faz com que o quadril comece a extensão com a coluna já estendida, o que proporciona um

maior braço de momento (a extensão da coluna aumenta a distância entre a cabeça e o quadril) para esta articulação.

Note que o movimento da coluna é de extensão, a partir de uma flexão e não, de hiperextensão.

A coluna lombar, principalmente no iniciante, pode hiperestender, mesmo antes que o corpo do executante esteja na posição anatômica por causa de insuficiência passiva do iliopsoas.

A execução do exercício com o joelho flexionado proporciona um aumento da hiperextensão da coluna por causa de insuficiência passiva do reto femural e, portanto, aumenta os riscos de lesão nesta articulação. O iniciante deve, então, possuir uma boa flexibilidade no quadril (proporcionada através de alongamentos específicos), antes da inclusão deste exercício na sua programação.

O iniciante deve realizar este exercício com os braços ao lado do corpo (como nas figuras), para que o peso dos membros superiores se aproxime tanto da coluna quanto do quadril. Esta posição diminui o braço de momento da resistência (peso dos membros) tanto para o quadril quanto para a coluna, o que diminui a intensidade do exercício.

O executante condicionado deve distanciar os membros superiores da coluna e do quadril, para aumentar a intensidade do exercício. As mãos atrás da cabeça, por exemplo, aumentam substancialmente a intensidade da contração muscular.

A altura do banco influencia na segurança do exercício. Bancos muito altos permitem uma flexão do quadril muito grande, o que causa uma insuficiência passiva dos isquiotibiais e uma conseqüente retroversão da pelve. Quando o executante inicia a extensão da coluna e do quadril, com a pelve na posição de retroversão, o estresse na coluna lombar é excessivo e altamente prejudicial.

O quadril realiza aproximadamente 10° de extensão, porém, neste exercício, o ideal é chegar até a posição anatômica. A tentativa de realizar os 10° de extensão aumenta a possibilidade de hiperextensão da coluna lombar e anteversão da pelve, o que aumenta o risco de lesão.

PARTE 4: O MEMBRO SUPERIOR

Capítulo 7

O Ombro

A articulação do ombro (também chamada de escápulo-umeral) realiza os mesmos movimentos da articulação do quadril. Os movimentos são: flexão e extensão, adução e abdução, circundução, rotações medial e lateral, abdução e adução transversais.

Estes movimentos acontecem entre a cabeça do úmero e a cavidade glenóide da escápula, porém, alguns dependem de outras articulações do complexo do ombro, como as articulações acromioclavicular e esternoclavicular.

O ombro é uma articulação de extrema importância, por ser o elo de ligação entre o esqueleto apendicular superior e o esqueleto axial, além de aumentar, o campo de atuação da mão.

Apesar de esta articulação possuir uma boa estabilidade tanto óssea quanto ligamentar e muscular, vários movimentos podem predispor a lesões, principalmente os exercícios com sobrecarga e acima da altura da cabeça.

Exercícios para o Ombro

Apesar de os músculos peitoral maior e grande dorsal se localizarem no tronco, eles realizam movimentos na articulação do ombro e por isso não foram incluídos no capítulo anterior.

Supino Reto com Barra

Este exercício é realizado no plano transversal e sobre o eixo longitudinal, porque a articulação realiza uma adução transversal na fase concêntrica e uma abdução transversal na fase excêntrica.

Os principais músculos exercitados são o peitoral maior e o deltóide anterior.

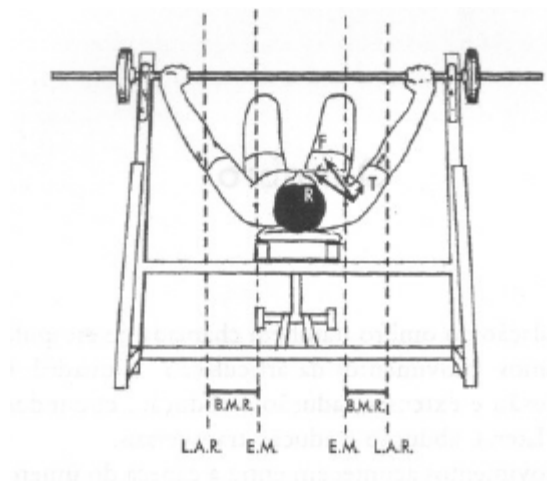


Fig.7.1

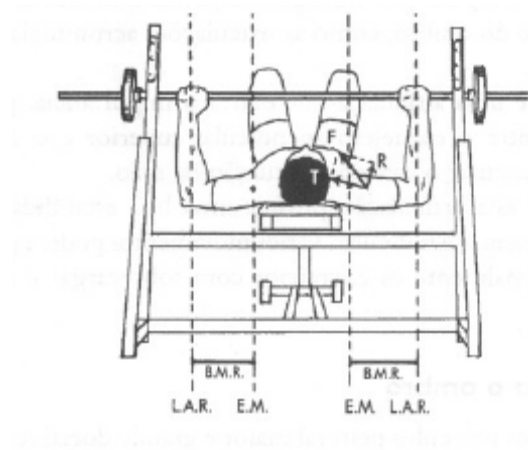


Fig. 7.2 b.

Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência acontece no final da fase excêntrica.

O componente translatório da força realizada pelo peitoral maior ajuda na estabilização do ombro, durante toda a amplitude do movimento.

Como a mão fica fixa pela barra, o ombro não consegue aduzir totalmente no final da fase concêntrica, comprometendo a amplitude do movimento.

As variáveis deste exercício devem ser utilizadas para maior e melhor estímulo para os músculos enfatizados porque:

a) A barra permite a utilização de uma sobrecarga maior que o cabo ou elástico e um maior braço de momento da resistência numa posição em que o peitoral possui a melhor relação força-comprimento.

b) O cabo não permite a utilização de grandes sobrecargas, mas favorece uma maior amplitude de movimento. O maior braço de momento da resistência não acontece em ângulos favoráveis para uma ótima relação força-comprimento (porque o peitoral já está um pouco encurtado) para o peitoral maior, porém, este músculo possui seu maior braço de momento nestes ângulos.

c) O elástico possui as mesmas características do cabo mas, com a diferença, que no final do movimento, a tensão no elástico é a maior de toda a amplitude de movimento.

Na fase excêntrica do movimento, o cotovelo não deve ultrapassar muito (para baixo) a altura do ombro. Para o ombro realizar uma abdução horizontal maior que 90°, a escápula participa do movimento através de uma adução. Como o peso acima do tronco pressiona-o contra o apoio, a escápula tem que realizar uma adução forçada entre a caixa torácica e o banco, aumentando o risco de lesão desta articulação. Além disso, este movimento causa um estresse excessivo nas estruturas anteriores da articulação do ombro.

Pelo fato de a mão estar fixa na barra, o executante deve concentrar-se em aduzir o ombro em vez de estender o cotovelo. Se o enfoque for para o cotovelo, apesar de o movimento (para quem está observando) ser idêntico ao outro cuja ênfase é no ombro, o músculo mais trabalhado é o tríceps braquial. Como as duas mãos estão fixas, quando o tríceps realiza a extensão do cotovelo, o ombro indiretamente aduz.

Com a concentração no ombro, o peitoral maior e o deltóide anterior realizam a adução do ombro, e por causa das mãos fixas na barra, o cotovelo indiretamente estende (tornando o tríceps braquial um sinergista do movimento).

Como este exercício é realizado com peso livre, a posição do executante em relação à ação da gravidade deve mudar, para favorecer também as porções superiores e inferiores do peitoral maior (supino inclinado e declinado, respectivamente).

O prévio fortalecimento dos músculos do manguito rotador (supraespinhal, infra-espinhal, redondo menor e subescapular) é necessário, para diminuir os riscos de lesão do ombro neste exercício.

Crucifixo Deitado (com Cabo ou Elástico)

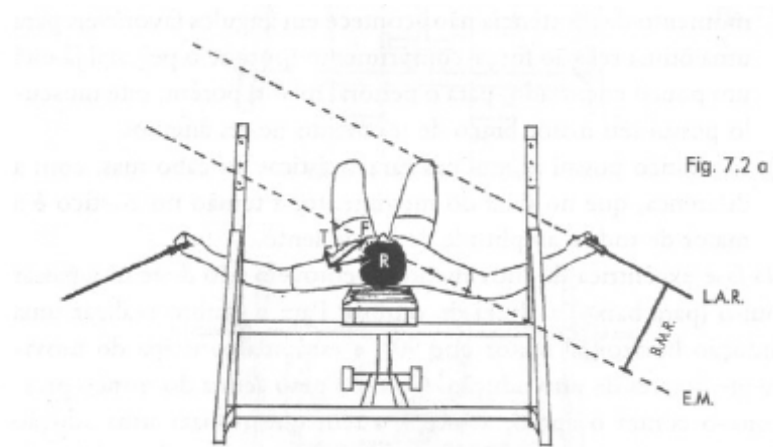


Fig.7.2 a

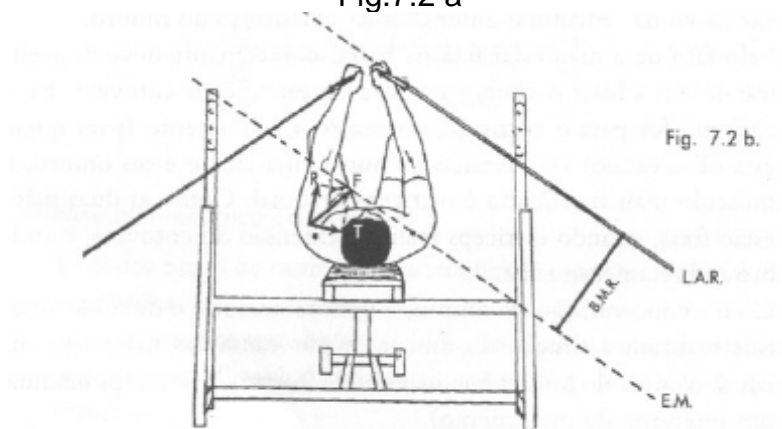


Fig. 7.2 b.

Análise Biomecânica do Exercício

Com o uso de cabo ou elástico, o maior braço de momento de todo o movimento é na metade do caminho, entre a posição inicial e a final. Neste ponto, a linha de ação do cabo ou elástico fica perpendicular à mão do executante.

O componente translatório da força realizada pelo peitoral maior ajuda na estabilização do ombro, durante toda a amplitude do movimento.

O uso de cabo ou elástico cobre a deficiência (de amplitude) do supino com barra, por favorecer aproximadamente 90° de amplitude articular contra aproximadamente 45° com a barra.

Com o uso de cabo ou elástico, o executante pode ficar na posição horizontal e somente alterar a posição do ombro no sentido da flexão ou da extensão, para trabalhar as porções superior e inferior do peitoral maior, respectivamente.

O cotovelo deve sempre ficar semiflexionado, para evitar lesões nesta articulação. Se o cotovelo permanece estendido, o foco das forças contrárias (o cabo puxando o rádio e a ulna, no sentido da resistência, e o peitoral puxando o úmero, no sentido do esterno) passa a ser esta articulação.

O prévio fortalecimento dos músculos do manguito rotador (supraespinhal, infra-espinhal, redondo menor e subescapular) é necessário, para diminuir os riscos de lesão do ombro neste exercício.

Supino Reto (Com Halteres)

Análise Biomecânica do Exercício

Este exercício possui as mesmas características biomecânicas do supino reto com barra, porém, com algumas diferenças:

A amplitude de movimento é maior (aproximadamente 90°). Quando a sobrecarga chega em cima do ombro, não existe braço de momento, não havendo, assim, produção de torque pela resistência, neste ponto.

Este exercício exige mais dos músculos estabilizadores do ombro. As sobrecargas utilizadas são menores que no supino reto com barra.

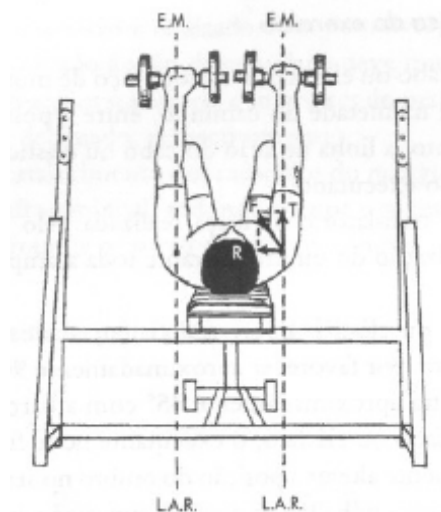


Fig.7.3 a

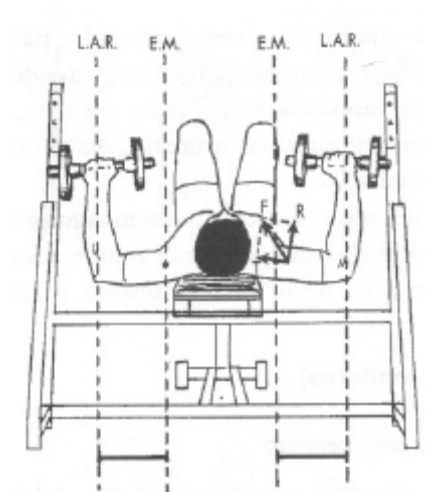


Fig.7.3 b.

O antebraço deve permanecer perpendicular ao chão, por todo o movimento. Se na fase excêntrica não houver muita flexão (para que o antebraço fique perpendicular ao chão), os flexores do cotovelo participam isometricamente do exercício. Se a flexão do cotovelo for muito grande, a participação isométrica passa a ser dos extensores desta articulação.

Peitoral no Aparelho

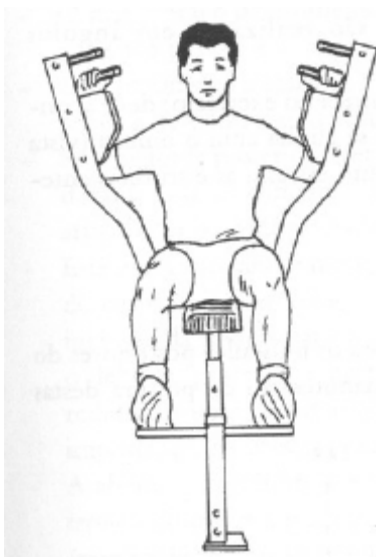


Fig.7.4a

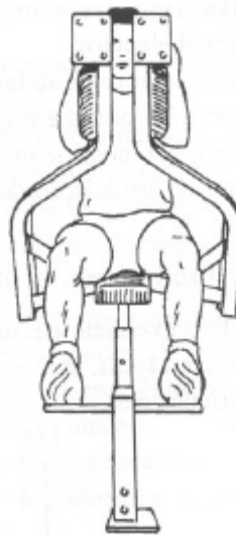


Fig. 7.4 b.

Análise Biomecânica do Exercício

A roldana oval permite que o braço de momento da resistência seja maior no ponto onde o peitoral maior também possui o seu maior braço de momento.

O componente translatório da força realizada pelo peitoral maior ajuda na estabilização do ombro, durante toda a amplitude do movimento.

A amplitude de movimento é de aproximadamente 90°.

As vantagens deste exercício sobre o crucifixo com halteres são as seguintes:

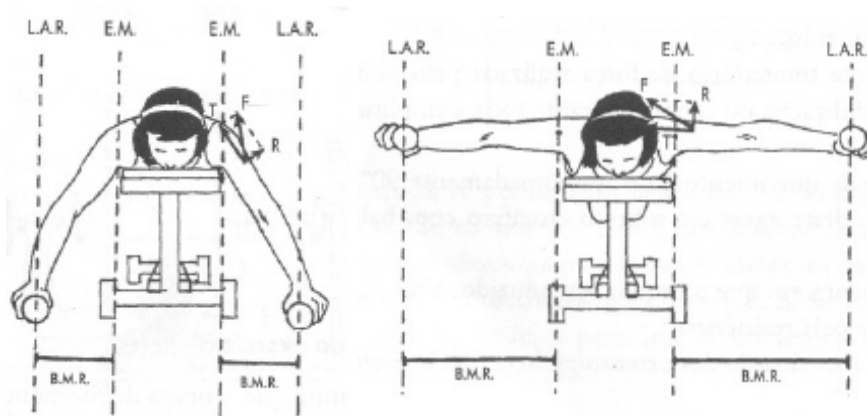
- a) No momento em que o ombro está aduzido, ainda há produção de torque pela resistência.
- b) Não há a participação dos extensores do cotovelo neste exercício.

A principal desvantagem deste exercício em relação aos exercícios com peso livre é que, no aparelho, não há exigência dos músculos estabilizadores e os movimentos são realizados em ângulos preestabelecidos.

O movimento de abdução (fase excêntrica do exercício) deve acontecer até o ponto em que o cotovelo se alinha com o ombro (vista lateral). O movimento além deste ponto estressa as estruturas anteriores da articulação do ombro.

Crucifixo Inverso

Este exercício é muito eficiente para os músculos posteriores do ombro e escápula, que participam da manutenção da postura destas duas articulações.



Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência acontece quando os braços estão paralelos ao solo. .

O componente translatório resultante da contração do deltóide posterior é de compressão articular.

Se o deltóide posterior tiver insuficiência ativa (comum no iniciante) durante este movimento, a escápula realiza adução, antes que a articulação do ombro realize a completa abdução transversal.

Este exercício também pode ser realizado com uma pequena flexão do cotovelo e com rotação lateral do ombro na fase concêntrica. A inclusão da rotação lateral no movimento aumenta o estímulo para o deltóide posterior e proporciona o fortalecimento dos músculos redondo menor e infra-espinhal (músculos do manguito rotador, importantes na preservação da estabilidade do ombro).

A abdução do ombro até que o cotovelo fique acima da altura do tronco favorece a participação isotônica dos adutores da escápula (rombóides e porção medial do trapézio).

Este exercício não deve ser realizado com o joelho mantido em flexão. A flexão do joelho aumenta a curvatura lombar, por causa de insuficiência passiva do músculo reto femural (que causa anteversão da pelve). Esta posição aumenta o estresse na coluna lombar.

O banco deve ser alto para que a mão não toque no solo (como na fig.7.5 a) e a amplitude do movimento fique maior. O aumento de amplitude, neste caso, é de aproximadamente 20°.

Elevação Lateral (com Halteres)

Este exercício é um dos mais eficientes e seguros para o músculo deltóide e também para o supra-espinhal.

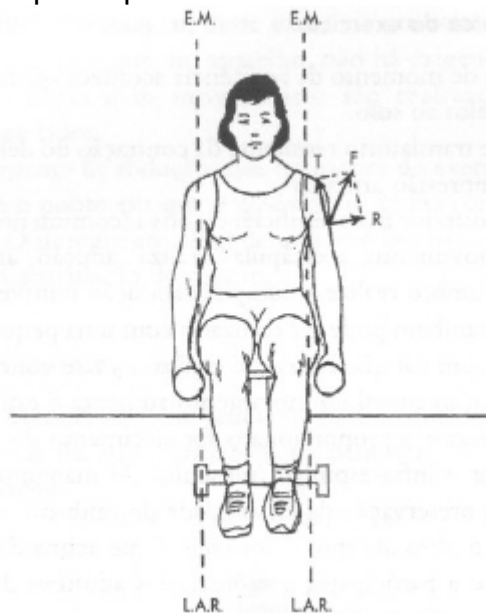


Fig. 7.6 a

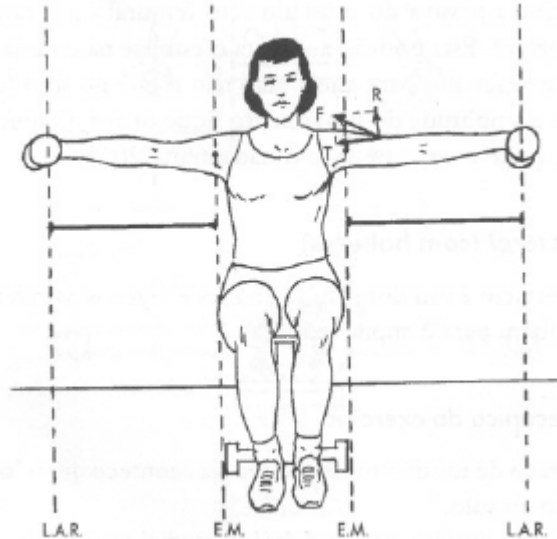


Fig.7.6 b

Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência acontece quando o braço fica paralelo ao solo.

No começo do movimento, o deltóide medial possui a melhor relação força-comprimento.

O braço de momento do deltóide aumenta conforme o ombro realiza a abdução.

Quando o ombro abduz, o componente translatório do deltóide (as três porções) aumenta a compressão articular e diminui sua influência no deslocamento superior do úmero.

A linha de ação do deltóide posterior, nesta posição, tem um pequeno braço de momento e um componente rotatório muito pequeno, para contribuir efetivamente na abdução. Neste caso, este músculo serve primariamente como estabilizador da articulação do ombro, por causa de seu grande componente translatório.

Conforme o ombro abduz, o deltóide se aproxima da insuficiência ativa. Esta insuficiência geralmente é prevenida pelo ritmo escápulo-umeral.

Este exercício deve ser realizado pelo iniciante, porque fortalece o músculo supra-espinhal, que faz parte do manguito rotador e aumenta a estabilidade da articulação do ombro.

Como a escápula é mais leve que o membro superior (braço, antebraço e mão), a tendência de movimento causado pela contração do deltóide é rotação inferior da escápula. Por isso, para que o úmero se mova (principalmente com uma sobrecarga nas mãos) em vez da escápula, os rotadores superiores da escápula (serrátil anterior e porções superior e inferior do trapézio) devem contrair-se isometricamente, para fixar a escápula.

A integridade do manguito rotador é essencial para a efetividade deste exercício.

A abdução deve ser feita, até que os braços fiquem paralelos ao solo. Acima desta altura, vários fatores interferem na segurança do exercício:

- a) A eficiência do ritmo escápulo-umeral. Se a escápula não realizar uma rotação superior sincronizada com a abdução do ombro, a cabeça do úmero comprime o músculo supra-espinhal contra o arco coracoacromial da escápula.
- b) A integridade do espaço intra-articular. Se o espaço intra-articular do ombro do executante for pequeno, esta articulação fica mais propensa a lesões do músculo supra-espinhal neste movimento.
- c) A deficiência do manguito rotador. Se os músculos do manguito rotador falharem em manter a cabeça do úmero dentro da cavidade glenóide da escápula e em diminuir a força translatória superior causada pela contração do deltóide, o supra-espinhal pode ser comprimido pelo úmero contra o acrômio da escápula.
- d) Como estas três situações não podem ser avaliadas objetivamente, o melhor é prevenir a lesão, através da realização do movimento de abdução até a altura do ombro.

A rotação superior da escápula ocorre, juntamente com a abdução do ombro, para prevenir a insuficiência ativa do deltóide, mantendo-o numa favorável relação força-comprimento.

Se o cotovelo é mantido em extensão, este passa a ser o eixo de duas forças opostas: uma força que puxa o antebraço para baixo (gravidade agindo na resistência) e outra força puxando o braço para cima (contração do deltóide). Portanto, o cotovelo deve ficar semiflexionado por toda a amplitude do movimento. Esta postura mantém os músculos desta articulação contraídos e, por isso, aumenta a estabilidade da articulação, prevenindo lesões.

Os movimentos da coluna devem ser prevenidos durante o exercício. Quando as sobrecargas utilizadas são excessivas, a extensão e flexão da coluna, nas respectivas fases concêntrica e excêntrica do exercício, aumentam o risco de lesão desta articulação.

Para os iniciantes, uma maior flexão do cotovelo diminui o braço de momento da resistência. Isto diminui o torque e facilita a execução do exercício.

A falha do executante (principalmente do iniciante) em manter uma boa postura da coluna lombar (que deve ser a postura anatômica) geralmente ocorre devido a uma insuficiência passivados isquiotibiais. Esta insuficiência provoca uma retroversão da pelve, com flexão da coluna lombar. Neste caso, o aumento da amplitude de flexão do joelho soluciona o problema.

Remada

O músculo grande dorsal é o principal extensor do ombro e, portanto, é o músculo mais estimulado neste exercício. O deltóide posterior e o tríceps também participam do movimento.

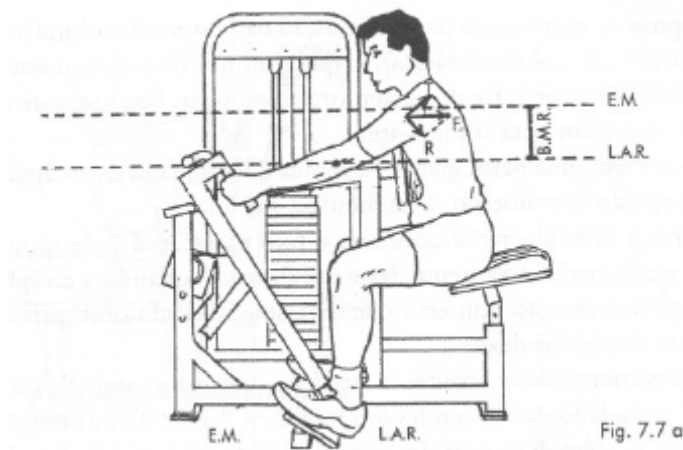


Fig.7.7 a

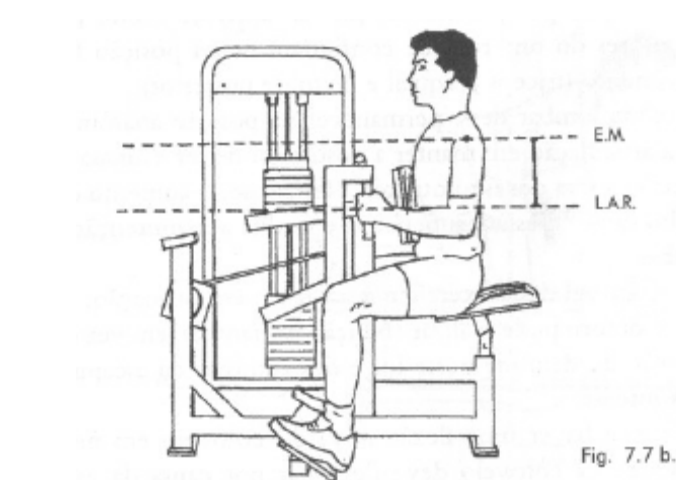


Fig. 7.7 b.

Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência acontece no final da extensão do ombro.

O componente translatório resultante da contração do grande dorsal é de compressão articular durante quase todo o movimento e passa a ser translatório de descompressão, somente nos últimos graus da extensão.

O apoio do peito ajuda na manutenção da postura da coluna lombar (mas não, da coluna torácica), o que diminui os requerimentos de estabilização por parte dos extensores da coluna. Por isso, este exercício é melhor para o iniciante.

Há também uma participação isotônica dos adutores da escápula, no começo do movimento, e isométrica, no final.

Como o músculo redondo maior é fixo na escápula, ele só consegue participar efetivamente deste movimento, quando a escápula se fixa pela contração isométrica de seus músculos adutores (principalmente os rombóides).

O movimento deve acontecer até que o cotovelo esteja flexionado (90°) e ao lado do tronco (como na figura 7.7b). A continuação da extensão, além desta posição, não é realizada pelo grande dorsal (por causa de sua posição em relação ao úmero), e sim, pelos outros extensores do ombro, que continuam numa posição favorável ao movimento (tríceps braquial e deltóide posterior).

A coluna lombar deve permanecer na posição anatômica. A falha desta articulação em manter a postura pode ser causada pela insuficiência passiva dos isquiotibiais. Neste caso, o aumento da flexão do joelho diminui esta insuficiência e facilita a manutenção da postura lombar.

Uma variável deste exercício é a pegada em pronação. Nesta posição, o ombro pode realizar abdução horizontal, em vez de extensão e a ação do deltóide posterior e dos adutores da escápula fica bem mais intensa.

Não deve haver uma flexão ativa do cotovelo em nenhuma das situações. O cotovelo deve flexionar por causa da extensão (ou abdução transversal) do ombro.

Remada Curvada Unilateral

O maior braço de momento da resistência, como no exercício anterior, acontece no final da extensão do ombro.

As forças translatórias são de compressão, na maior parte do movimento, e descompressão nos ângulos finais da extensão.

No começo do movimento (quando o braço está perpendicular ao chão) não há braço de momento porque a sobrecarga está alinhada com o eixo do movimento (articulação do ombro) e, portanto, não há produção de torque da resistência.

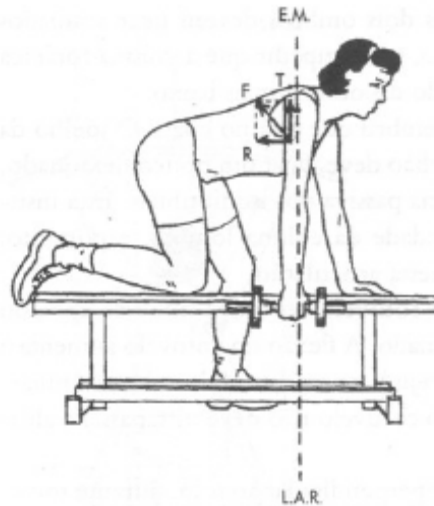


Fig. 7.8 b

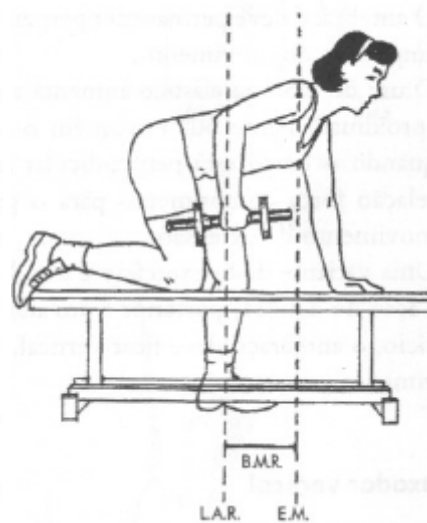


Fig. 7.8 a

O correto alinhamento da coluna depende de vários fatores:

- a) A altura do banco: Se o banco for muito alto para o executante, o osso ílio do lado do joelho que apóia no banco fica mais alto que o ílio da perna que está apoiada no chão. Isto causa uma rotação da coluna lombar na direção do pé que está apoiado no chão.
- b) A postura dos ombros: Os dois ombros devem ficar alinhados durante todo o movimento, para impedir que a coluna torácica faça uma rotação no sentido do ombro mais baixo.
- c) A posição do joelho do membro que está no chão: O joelho da perna que fica apoiada no chão deve ficar um pouco flexionado, para evitar uma insuficiência passiva dos isquiotibiais. Esta insuficiência diminui a estabilidade da coluna lombar, e portanto, aumenta o risco de lesão nesta articulação.
- d) A posição do cotovelo: O cotovelo do braço que fica apoiado não deve ficar muito flexionado. A flexão do cotovelo aumenta a flexão do quadril e pode prejudicar a postura da coluna lombar.

Como no exercício anterior, o cotovelo não deve ultrapassar a altura do tronco.

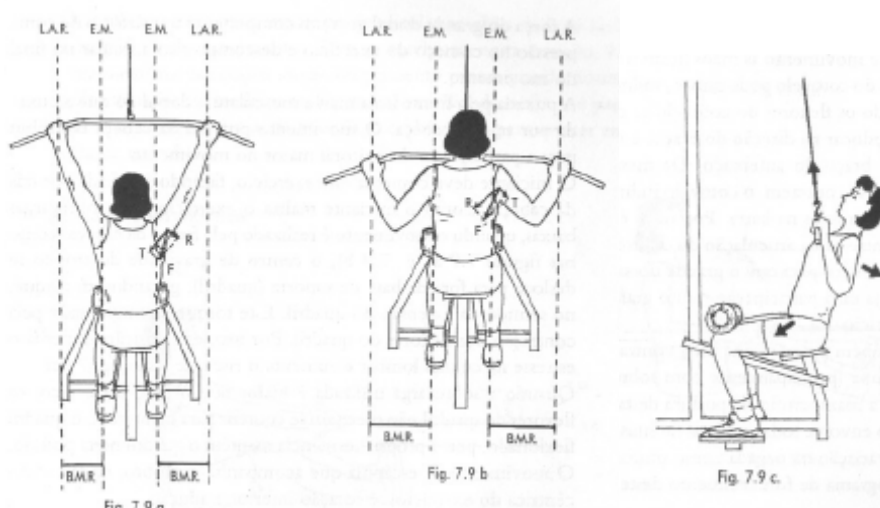
O antebraço deve permanecer perpendicular ao solo, durante toda a amplitude do movimento.

O uso de cabo ou elástico aumenta a amplitude do movimento em aproximadamente 30° e mantém o torque da resistência, mesmo quando o braço está perpendicular ao chão, além de melhorar a relação força-comprimento para o grande dorsal, no começo do movimento de extensão.

Uma variante deste exercício é a abdução transversal, que melhora a ação do deltóide posterior e dos adutores da escápula. Neste exercício, o antebraço deve ficar vertical, por toda a amplitude do movimento

Puxador Vertical

A adução do ombro no puxador vertical é um dos exercícios mais utilizados para o trabalho do grande dorsal, por isso, um profundo conhecimento de alguns aspectos biomecânicos deste exercício é de fundamental importância para a eficiência e segurança do exercício.



Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência acontece quando o braço está paralelo ao solo.

A força do grande dorsal gera um componente translatório de compressão no começo do exercício e descompressão articular no final do movimento.

A puxada pela frente isola mais a musculatura dorsal do que a puxada por trás da cabeça. O movimento por trás da cabeça contribui para a participação do peitoral maior no movimento.

O iniciante deve começar este exercício, fazendo a puxada por trás da cabeça. Como o iniciante realiza o exercício com sobrecargas baixas, quando o movimento é realizado pela frente da cabeça (como nas figuras 7.9 a e 7.9 b), o centro de gravidade do tronco se desloca para fora da base de suporte (quadril), gerando um torque, no sentido da extensão do quadril. Este torque é compensado pela contração dos flexores do quadril. Por isso, esta posição aumenta o estresse na coluna lombar e aumenta o risco de lesão(fig. 7.9c).

Quando a sobrecarga utilizada é maior que o peso do tronco, os flexores do quadril não precisam se contrair para manterem, o quadril flexionado, pois a própria resistência mantém o quadril nesta posição.

O movimento da escápula que acompanha o ombro, na fase concêntrica do exercício, é rotação inferior e adução.

Como durante este movimento as mãos ficam fixas na barra, a contração dos flexores do cotovelo pode causar, indiretamente, a adução do ombro. Quando os flexores do cotovelo se contraem, ao invés de antebraço se deslocar na direção do braço, é o ombro que aduz, para aproximar o braço do antebraço. Da mesma maneira, se os adutores do ombro se contraem, o cotovelo indiretamente flexiona, porque as mãos estão fixas na barra. Portanto, é importante que o executante concentre-se na articulação do ombro, tentando aproximar o úmero do tronco, para que o grande dorsal tenha um grande estímulo e não haja uma participação muito grande dos flexores do cotovelo no exercício. .

Este exercício também proporciona uma contração isométrica dos extensores da coluna (principalmente com sobrecargas mais altas), colaborando para a manutenção da postura desta articulação.

Este exercício não envolve todas as fibras do músculo grande dorsal. Por isso, tanto a variação na pegada como outros exercícios devem fazer parte do programa de fortalecimento deste músculo.

O antebraço deve permanecer perpendicular ao chão durante toda a amplitude do movimento. Com o antebraço nesta posição, há uma melhoria da relação força-comprimento para o grande dorsal, pois este músculo também realiza rotação medial do ombro, e para que o antebraço fique nesta posição, o ombro deve permanecer em rotação lateral.

Remada com Elástico

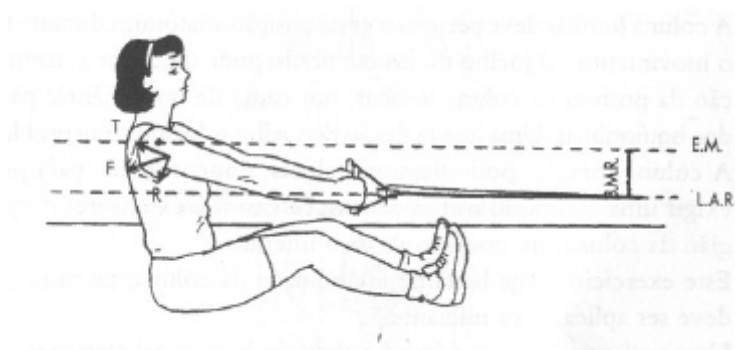


Fig.7.10 a

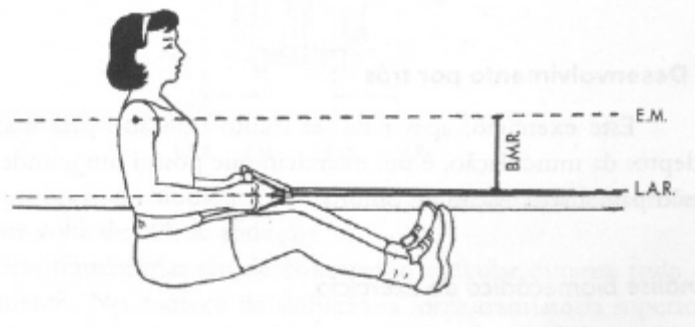


Fig. 7.10b.

Análise Biomecânica do Exercício

O braço de momento da resistência é o maior no final da fase concêntrica do exercício.

Na posição inicial, não existe torque da resistência, porque não há braço de momento para a mesma.

As forças translatórias são de compressão, na maior parte do movimento, e descompressão, nos ângulos finais da extensão.

O movimento de extensão do ombro só deve acontecer até o cotovelo encostar no tronco (fig. 7.10 b). A extensão, além deste ponto, deixa de acontecer, com a participação do grande dorsal.

A coluna lombar deve permanecer na posição anatômica durante todo o movimento. O joelho muito estendido pode dificultar a manutenção da postura da coluna lombar, por causa de insuficiência passiva dos isquiotibiais. Uma ligeira flexão do joelho soluciona este problema.

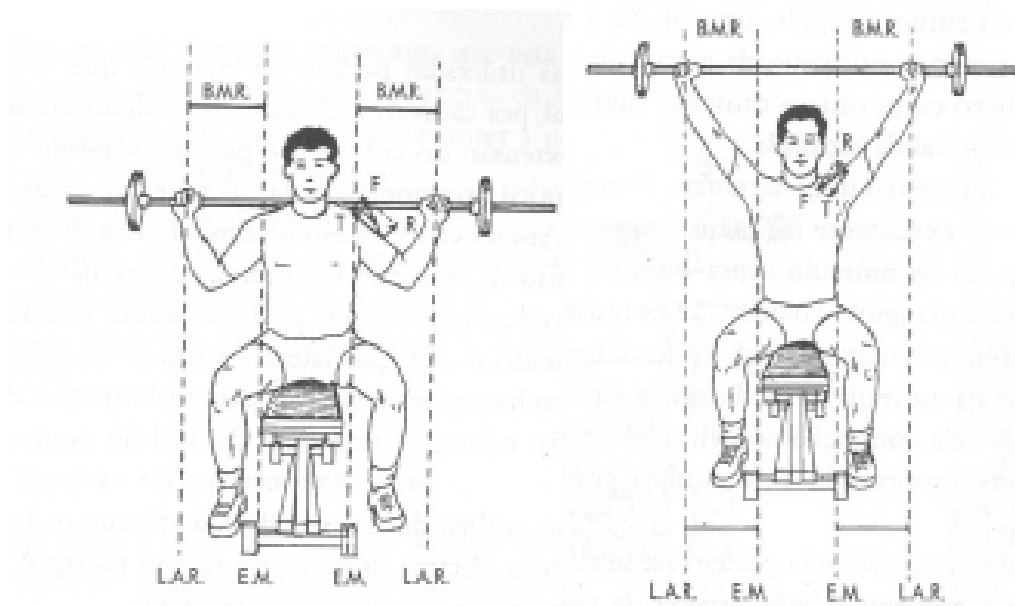
A coluna torácica pode flexionar alguns poucos graus, para poder exigir uma contração isotônica concêntrica dos extensores desta região da coluna, no começo do movimento.

Este exercício exige bastante estabilidade da coluna, portanto, não deve ser aplicado ao iniciante.

Uma variante deste exercício é a abdução horizontal com concomitante rotação lateral do ombro. Esta variação aumenta a atividade do deltóide posterior e dos rotadores laterais do ombro. Como o braço de momento aumenta no final da fase concêntrica, há também uma maior exigência dos extensores da coluna.

Desenvolvimento por Trás

Este exercício, apesar de ser muito utilizado pela maioria dos adeptos da musculação, é um exercício que possui um grande risco de lesão para a articulação do ombro.



Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência é quando o braço está paralelo ao solo. O BM diminui quando o movimento continua para cima ou para baixo.

O maior braço de momento do deltóide acontece quando o ombro está por volta de 60° de abdução.

As forças translatórias são de compressão articular durante todo o movimento. No começo da abdução, a força translatória superior tende a aproximar a cabeça do úmero do arco coracoacromial. Esta força translatória é interrompida pela translação inferior causada pelos músculos do manguito rotador (exceto o supra-espinhal).

As sobrecargas utilizadas podem ser maiores que as utilizadas na elevação lateral, por causa da inclusão de mais alguns músculos (tríceps braquial na extensão do cotovelo e porções superior e inferior do trapézio e serrátil anterior, na rotação superior da escápula) neste movimento. Apesar disto, como o cotovelo fica flexionado, o braço de momento da resistência é menor do que na elevação lateral.

Portanto, a produção de torque, pela resistência, nos dois exercícios (desenvolvimento e elevação lateral) é muito semelhante, porém, neste exercício há muitos músculos para realizarem o movimento e o deltóide não consegue trabalhar tão isolado como na elevação lateral.

A abdução do ombro deve ser realizada até que os braços fiquem paralelos ao solo. Acima desta altura (como na fig.7.11 b), vários fatores interferem na segurança do exercício:

- a) A eficiência do ritmo escápulo-umeral. Se a escápula não fizer uma rotação superior sincronizada com a abdução do ombro, a cabeça do úmero comprime o músculo supra-espinhal contra o arco coracoacromial da escápula.
- b) A integridade do espaço intra-articular. Se o espaço intra-articular do ombro do executante for pequeno, esta articulação é mais propensa a lesões do músculo supra-espinhal neste movimento.
- c) A deficiência do manguito rotador. Se os músculos do manguito rotador falharem em manter a cabeça do úmero dentro da cavidade glenóide da escápula e em diminuir a força translatória superior causada pela contração do deltóide, o supra espinhal também pode ser comprimido pelo úmero contra o acrômio da escápula.

Como estas três situações não podem ser avaliadas objetivamente, o melhor é prevenir a lesão através da realização do movimento de abdução até a altura do ombro.

A rotação superior da escápula acontece, juntamente com a abdução do ombro, também para prevenir a insuficiência ativa do deltóide, mantendo-o numa boa relação força-comprimento.

A coluna deve permanecer na posição anatômica durante toda a execução do exercício. Por isso, se o executante tem dificuldade em manter a

coluna lombar em extensão, o risco de lesão desta articulação aumenta, porque a sobrecarga que está sendo segura pelas mãos também é transferida para esta região da coluna. A dificuldade, principalmente do iniciante, em manter a postura da coluna, ocorre devido a três fatores principais:

- a) Uma pobre consciência postural.
- b) Uma fraqueza dos músculos extensores da coluna vertebral.
- c) A insuficiência passiva dos isquiotibiais.

Por estes motivos, este exercício não é recomendado para iniciantes.

Crucifixo Inverso no Supino Inclinado

Este exercício é uma excelente opção para o iniciante. Os músculos exercitados são o deltóide posterior e anterior, todos os músculos do manguito rotador (exceto o subescapular) e os adutores da escápula.

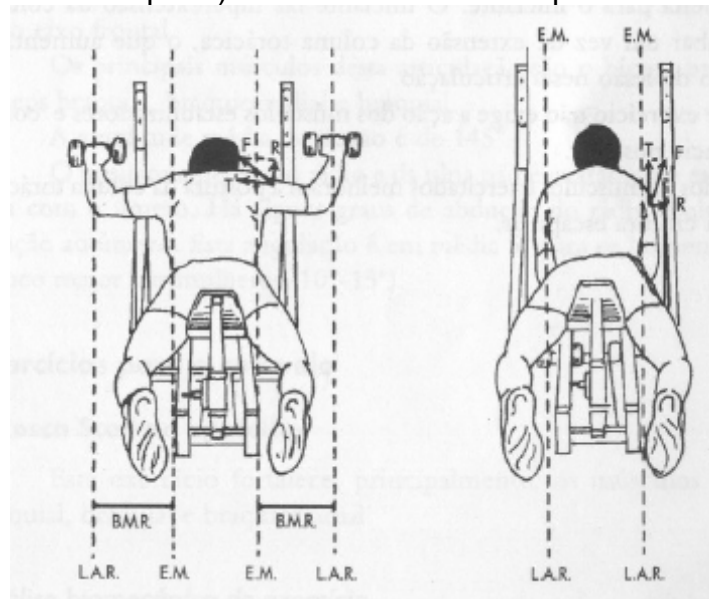


Fig.7.12a

Fig.7.12b

Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência acontece quando o braço está paralelo ao solo.

O componente translatório, gerado pela força de contração do deltóide, é de compressão articular durante todo o movimento.

Quando a sobrecarga está embaixo da articulação do ombro (fig. 7.12 a), não há braço de momento e, portanto, não há produção de torque pela resistência.

A flexão do cotovelo durante o movimento causa um torque no sentido da rotação medial do ombro. Isto aumenta a ação dos rotadores laterais, para que o movimento termine com a mão acima do ombro (fig. 7.12 b).

No final do movimento, uma pequena extensão da coluna torácica contribui para o fortalecimento dos músculos que previnem a cifose torácica, porém, a inclusão deste movimento da coluna não deve ser feita para o iniciante. O iniciante faz hiperextensão da coluna lombar em vez de extensão da coluna torácica, o que aumenta o risco de lesão nesta articulação.

Este exercício não exige a ação dos músculos estabilizadores e consciência postural.

Todos os músculos exercitados melhoram a postura da coluna torácica e da cintura escapular.

Capítulo 8

O Cotovelo

As articulações e músculos do complexo do cotovelo são estruturados para servir a mão. O cotovelo proporciona movimentos da mão pelo espaço (sozinho ou em conjunto com o ombro), diminuindo ou aumentando o comprimento do membro superior. Os movimentos do cotovelo são flexão e extensão e acontecem no plano sagital e no eixo frontal.

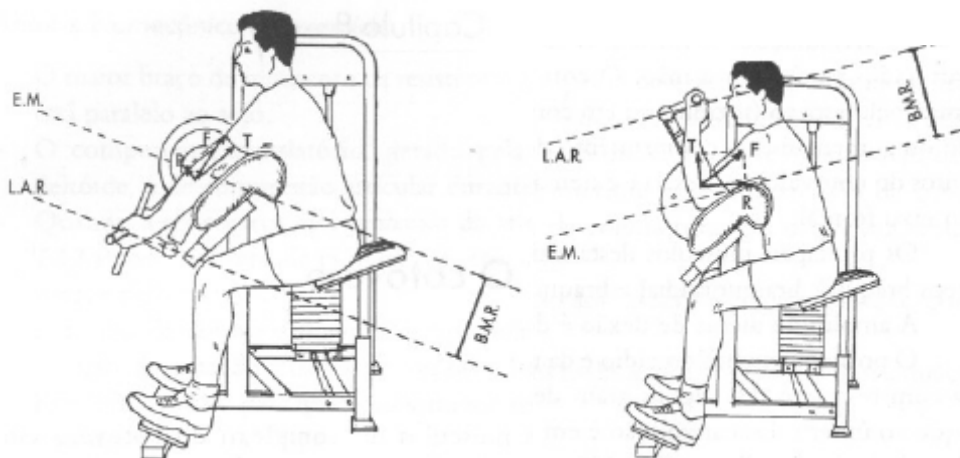
Os principais músculos desta articulação são o bíceps braquial, tríceps braquial, braquiorradial e braquial.

A amplitude média de flexão é de 145° . O posicionamento do rádio e da ulna não é exatamente em linha reta com o úmero. Há alguns graus de abdução do rádio e ulna, em relação ao úmero. Esta angulação é em média 5° para os homens e um pouco maior nas mulheres (10° - 15°).

Exercícios para o Cotovelo

Rosca Scott no Aparelho

Este exercício fortalece, principalmente, os músculos bíceps braquial, braquial e braquiorradial.



Análise Biomecânica do Exercício

O aparelho faz com que o braço de momento da resistência fique relativamente constante, só aumentando um pouco quando o cotovelo atinge 90° de flexão.

Na posição de 90° de flexão, o braço de momento do bíceps braquial é o maior de toda a amplitude articular, portanto, é o ângulo em que este músculo consegue produzir o maior torque.

O ângulo de maior produção de torque do braquial é a 100° de flexão do cotovelo.

O apoio dos braços evita a movimentação dos ombros durante a flexão do cotovelo e isola a ação dos flexores.

Este exercício não exige equilíbrio e, portanto, não exige a ação de músculos estabilizadores.

O componente translatório é de compressão articular no começo da flexão e descompressão articular no final do movimento.

O movimento deve ser conduzido para que não haja risco de lesão para o cotovelo. No final da extensão, o aparelho continua puxando o antebraço, no sentido da hiperextensão do cotovelo. Neste momento, um relaxamento dos flexores do cotovelo pode aumentar o risco de lesão da articulação. O ideal, para o iniciante, é não realizar a completa extensão, para garantir que os flexores do cotovelo permaneçam contraídos.

Uma desvantagem do aparelho é que determinados biótipos não se adaptam a ele e, portanto, a eficiência do movimento diminui.

Rosca Scott com Peso Livre

Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência acontece quando o antebraço está paralelo ao chão.

Quando a barra chega em cima da articulação do cotovelo, não há braço de momento da resistência e, portanto, não há produção de torque. A flexão, além deste ponto, passa a ser controlada por uma contração isotônica excêntrica do tríceps braquial.

Na posição de completa extensão, a resistência ainda possui um braço de momento. O torque da resistência neste ponto do movimento pode lesar a articulação do cotovelo. Esta deficiência do uso de peso livre pode ser retirada do exercício, se este for realizado com um cabo ou elástico (fig.8.2 c). Note que no final da extensão não há braço de momento para a resistência nem torque no sentido da hiperextensão do cotovelo, o que aumenta a segurança do exercício.

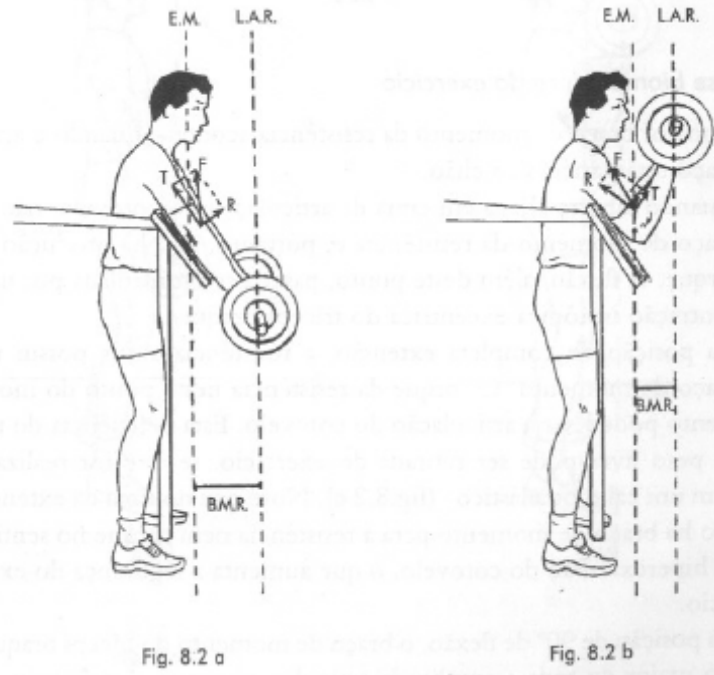


Fig. 8.2 a

Fig. 8.2 b

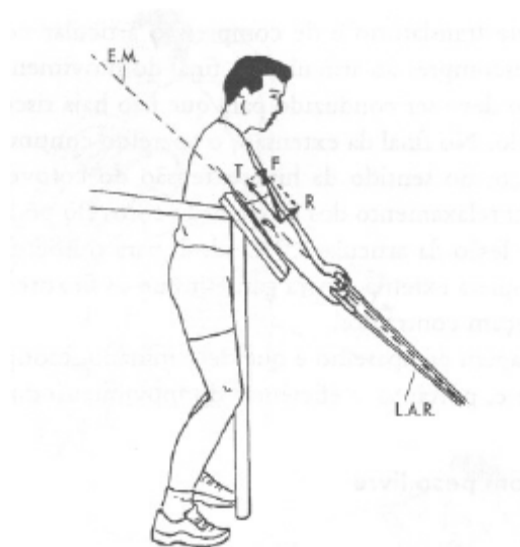


Fig. 8.2 c.

Na posição de 90° de flexão, o braço de momento do bíceps braquial é o maior de toda a amplitude articular, portanto, é o ângulo em que este músculo consegue produzir o maior torque.

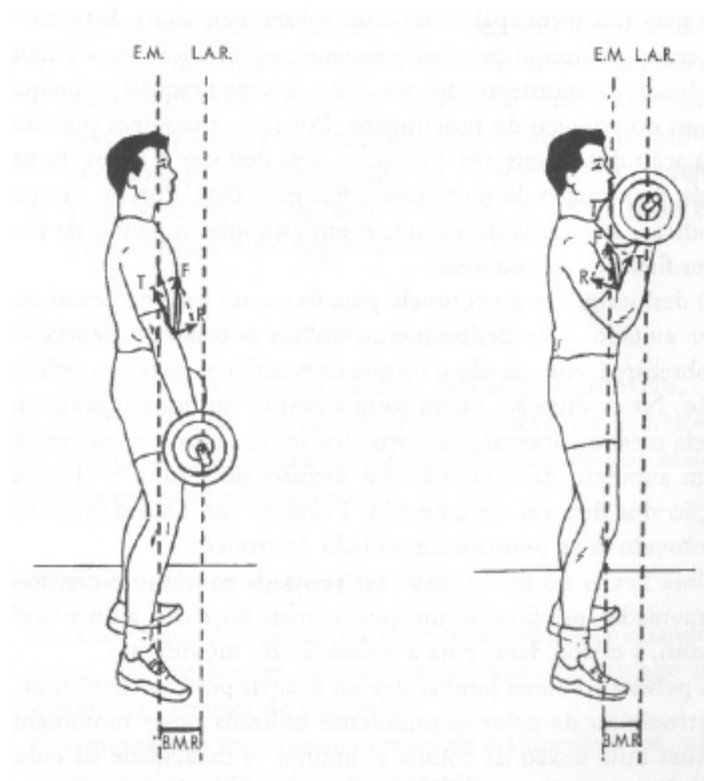
O ângulo de maior produção de torque do braquial é a 100° de flexão do cotovelo.

O apoio dos braços evita a movimentação dos ombros durante a flexão do cotovelo e isola a ação dos flexores.

Este exercício não exige equilíbrio e, portanto, não exige a ação de músculos estabilizadores.

O componente translatório é de compressão articular no começo da flexão e descompressão articular no final do movimento.

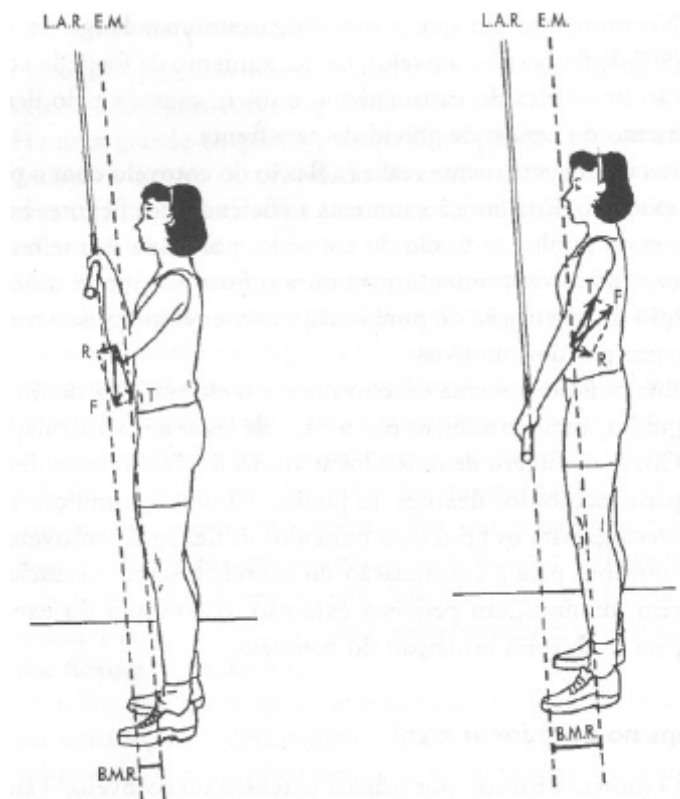
Rosca Direta



Rosca Inversa

A posição do executante, um pouco para trás do cabo ao invés de logo abaixo dele, mantém um braço de momento para a resistência, mesmo depois que o cotovelo atinge a completa extensão. Além disso, a pequena flexão do ombro melhora a relação força-comprimento para o tríceps braquial.

A movimentação do cotovelo para trás, durante o movimento, deve ser evitada, pois isto aumenta a probabilidade de uma insuficiência ativa do tríceps, por causa da extensão do ombro e do cotovelo ao mesmo tempo.



O punho deve permanecer na posição anatômica em todo o movimento para diminuir o risco de lesão nesta articulação. A extensão passiva do punho durante o movimento desfavorece a relação força-comprimento para os flexores do punho que, com isso, diminuem sua capacidade de preservar a integridade da articulação. Isto aumenta o risco de lesão para o punho.

Este aparelho traz a vantagem de o executante poder realizar uma extensão do cotovelo com sobrecarga, na posição em pé.

Há uma exigência de equilíbrio durante o movimento e isto contribui para a contração dos músculos estabilizadores.

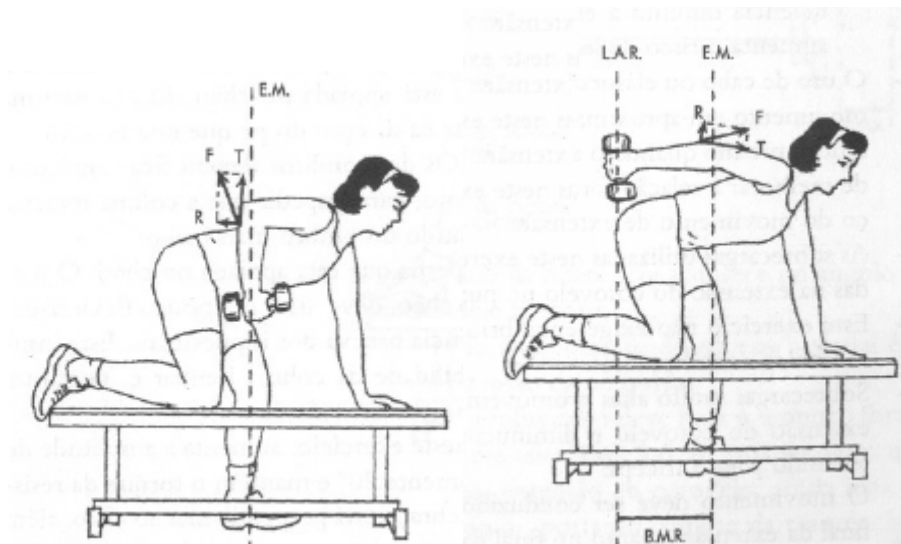
Extensão Unilateral do Cotovelo

Análise biomecânica do exercício

O maior braço de momento da resistência acontece quando o antebraço está paralelo ao chão.

No momento em que a sobrecarga se alinha abaixo do cotovelo, não existe braço de momento para a resistência.

O componente translatório contribui para a estabilidade da articulação em toda a amplitude do movimento.



Uma extensão muito grande do ombro favorece a insuficiência ativa do tríceps, no final da extensão do cotovelo e, portanto, deve ser prevenida.

O correto alinhamento da coluna depende de vários fatores:

- a) A altura do banco: Se o banco for muito alto para o executante, o osso ílio do lado do joelho que apóia no banco fica mais alto que o ílio da perna que está apoiada no chão. Isto causa uma rotação da coluna lombar na direção do pé que está no chão.
- b) A postura dos ombros: Os dois ombros devem ficar alinhados durante todo o movimento, para impedir que a coluna torácica faça uma rotação, no sentido do ombro mais baixo.
- c) A posição do joelho da perna que está apoiada no chão: O joelho, da perna que fica no chão, deve ficar um pouco flexionado, para evitar uma insuficiência passiva dos isquiotibiais. Esta insuficiência diminui a estabilidade da coluna lombar e, portanto, aumenta o risco de lesão nesta articulação.

O uso de cabo ou elástico, neste exercício, aumenta a amplitude do movimento em aproximadamente 20° e mantém o torque da resistência, mesmo quando o antebraço está perpendicular ao chão, além de melhorar a relação força-comprimento para o tríceps, no começo do movimento de extensão.

As sobrecargas utilizadas neste exercício são menores que as utilizadas na extensão do cotovelo no puxador vertical.

Este exercício não exige equilíbrio, diminuindo, assim, a ação dos músculos estabilizadores. .

Sobrecargas muito altas promovem uma limitação da amplitude de extensão do cotovelo e diminuem a eficiência do exercício e o estímulo para o tríceps.

O movimento deve ser conduzido para evitar a inércia tanto no final da extensão quanto no, final da flexão.

Tríceps Testa

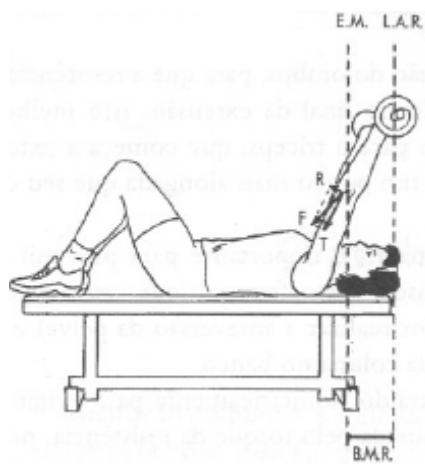


Fig. 8.6 a

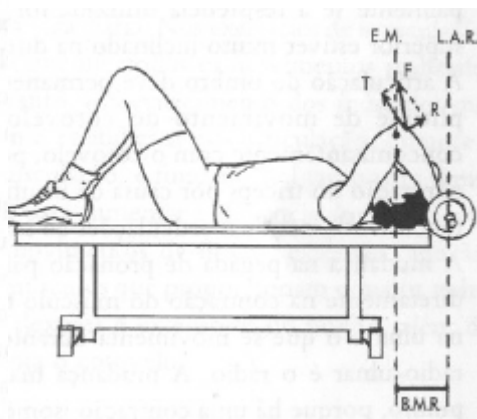


Fig. 8.6 b

Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência acontece no ângulo em que o antebraço está paralelo ao chão.

O componente translatório da contração do tríceps braquial é de compressão, em toda a extensão do cotovelo.

No começo do exercício, a sobrecarga deve ficar um pouco fora da linha da articulação do cotovelo (Fig. 8.6 a). Isto faz com que, mesmo depois da completa extensão do cotovelo, ainda haja um braço de momento. Havendo, portanto, torque da resistência, o tríceps não consegue relaxar no final da extensão e isto melhora a eficiência do exercício.

Deve haver uma maior flexão do ombro, para que a resistência não fique em cima do cotovelo no final da extensão. Isto melhora a relação força comprimento para o tríceps, que começa a extensão do cotovelo numa posição um pouco mais alonga da que seu comprimento de repouso.

A posição de flexão do quadril é importante para prevenir uma insuficiência passiva do músculo reto-femural (que causa hiperextensão da coluna

lombar por realizar a anteversão da pelve) e para aumentar a base de apoio da coluna no banco.

O abdome deve ficar contraído isometricamente para evitar uma hiperextensão da coluna causada pelo torque da resistência, principalmente se a resistência utilizada for excessiva e/ou o membro superior estiver muito inclinado na direção da cabeça.

A articulação do ombro deve permanecer fixa durante toda a amplitude de movimento do cotovelo. A extensão do ombro, concomitantemente com o cotovelo, pode diminuir a eficiência da contração do tríceps por causa de insuficiência ativa deste músculo (encurtando nas duas articulações ao mesmo tempo).

A mudança na pegada de pronação para supinação não influencia diretamente na contração do músculo tríceps, porque ele se insere na ulna e o que se movimenta durante as rotações da articulação radio-ulnar é o rádio. A mudança maior é para a articulação do punho, porque há uma contração isométrica dos flexores no movimento em pronação e uma contração isométrica dos extensores do punho, caso o exercício seja feito com a pegada em supinação.

Normalmente o executante deixa o punho em completa extensão (principalmente nas repetições finais deste exercício) por todo o movimento. Esta posição aumenta o estresse na articulação do cotovelo.

Capítulo 9

O Punho

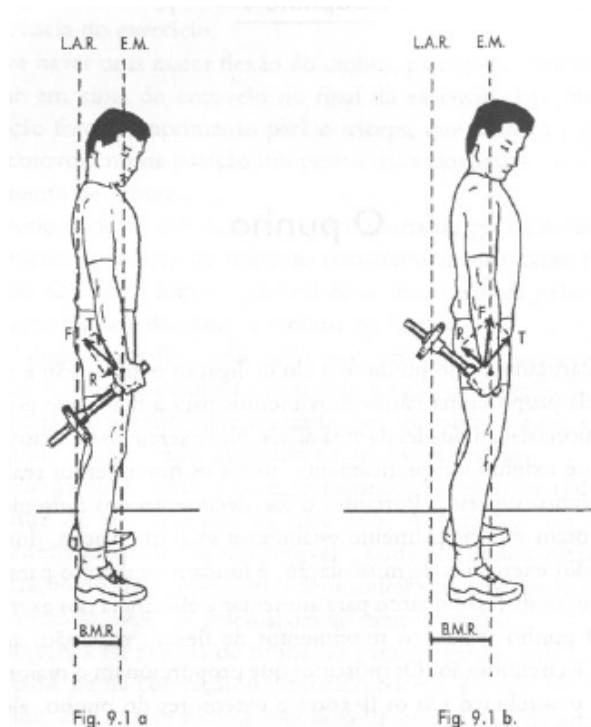
A articulação do punho é o elo de ligação entre a mão e o antebraço. Ela proporciona vários movimentos para a mão, que possibilitam a maioria das atividades da vida diária. Nos exercícios de musculação, o punho é exigido em praticamente todos os movimentos realizados pelo membro superior. Portanto, o fortalecimento dos músculos que movimentam e principalmente estabilizam esta articulação, durante a maioria dos exercícios de musculação, é fundamental tanto para diminuir os riscos de lesão quanto para aumentar a eficiência dos exercícios.

O punho realiza os movimentos de flexão, extensão, adução, abdução e circundução. Os músculos que proporcionam o maior volume para o antebraço são os flexores e extensores do punho, além do braquiorradial, que movimenta o cotovelo.

Exercícios para o Punho

Flexão Ulnar Com Halteres

Este movimento é um misto de adução com flexão do punho e, por proporcionar um estímulo muito eficiente, deve fazer parte do bom programa de musculação.



Os principais músculos exercitados neste exercício são o extensor ulnar do carpo, flexor ulnar do carpo, flexor radial do carpo, palmar longo e flexor longo do polegar.

Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência acontece quando a barra está paralela ao solo.

A adução precede a flexão do punho.

Os componentes translatórios, proporcionados pela contração dos músculos adutores e flexores do punho, são de compressão articular, durante toda a amplitude do movimento.

As articulações do cotovelo e do ombro devem permanecer fixas, durante todo o movimento.

A posição da sobrecarga, em relação à mão do executante, proporciona uma maior amplitude para o movimento, pois o punho começa o movimento em abdução. Isto aumenta a amplitude do movimento em aproximadamente 20°. Se o movimento parte da posição anatômica, o punho só realiza 35° de adução. Portanto, a amplitude total de adução do punho neste exercício é de aproximadamente 55°.

Depois dos 55° de adução, ainda ocorre a flexão do punho, que é de aproximadamente 80°.

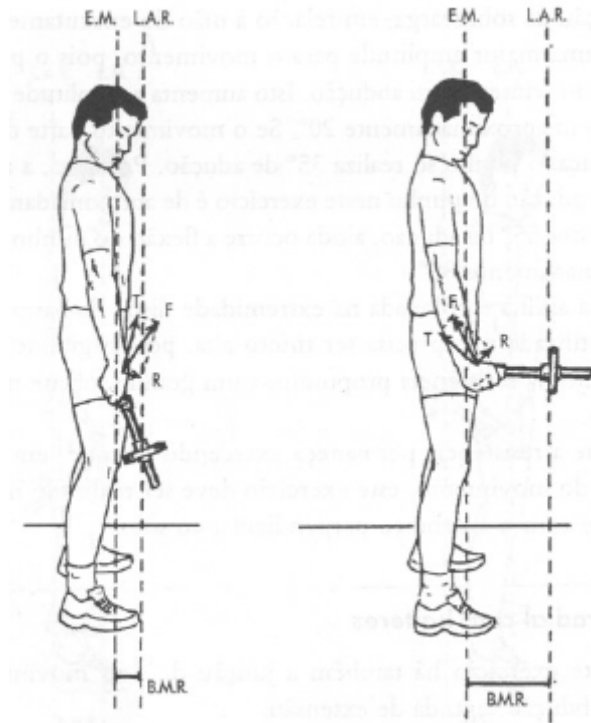
Como a anilha é colocada na extremidade distal da barra, a sobrecarga utilizada não precisa ser muito alta, pois o grande braço de momento da resistência proporciona um grande torque na direção do solo.

Para que a resistência permaneça exercendo torque em qualquer ângulo do movimento, este exercício deve ser realizado na posição em pé e com o antebraço perpendicular ao solo.

Flexão Radial Com Halteres

Neste exercício há também a junção de dois movimentos do punho, a abdução seguida de extensão.

Os principais músculos exercitados são os extensores radiais curto e longo do carpo, extensor ulnar do carpo, abdutor do polegar, extensores longo e curto do polegar.



Análise Biomecânica do Exercício

O maior braço de momento da resistência acontece quando a barra está paralela ao solo.

A abdução precede a extensão do punho.

Os componentes translatórios, proporcionados pela contração dos músculos abdutores e extensores do punho, são de compressão articular, durante toda a amplitude do movimento.

As articulações do cotovelo e do ombro devem permanecer fixas durante todo o movimento.

A posição da sobrecarga, em relação à mão, proporciona um aumento de 35° na amplitude do movimento, porque o punho começa o movimento em completa adução. A amplitude total do movimento de abdução passa a ser de aproximadamente 55°.

Após a abdução, o movimento continua através de uma extensão do punho, com 70° de amplitude.

Como a anilha é colocada na extremidade distal da barra, a sobrecarga utilizada não precisa ser muito alta, pois o grande braço de momento da resistência proporciona um grande torque na direção do solo.

Para que a resistência permaneça exercendo torque em qualquer ângulo do movimento, este exercício deve ser realizado na posição em pé e com o antebraço perpendicular ao solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Aaberg, E. Bio-Mechanically Correct Dallas:Realistic, 199.6:;
- 2- Albernethy, B et al. The Biophysical Foundation of Human Movement Champaign: Human Kinetics, 1997. .
- 3- Baechle, T.R. Essentials of Strength Training and Conditioning.Champaign: Human Kinetics, 1994.
- 4- Fleck, S. & Kraemer, J. Designing Resistance Training Programs. 2.ed. Champaign: Human Kinetics, 1997.
- 5- Greene D.P. & Roberts S.L. Kinesiology: Movement in The Context of Activity. St. Louis: Mosby Inc., 1999.
- 6- Kendall, F.P. & McCreary E. K. Muscle testing and function. 3.ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1983.
- 7- Krehbaum, H. & Barthels M. Biomechanics: A Qualitative Approach for Studying Human Movement 4.ed. Allyn & Bacon, 1996.
- 8- Tesch, P.A. Target Bodybuilding: Precision Lifting for More Mass and Greater Definition. Champaign: Human Kinetics, 1999.
- 9- Whiting, W.C. & Zernicke, R.F. Biomechanics of Musculoskeletal Injury. Champaign: Human Kinetics, 1998. .
- 10- Yessis, M. Kinesiology of Exercise: A Safe and Effective Way to Improve Athletic Performance.5.ed. Indianapolis: Masters Press, 1994.