

GIZELE DE ASSIS

UMA REVISÃO SOBRE OS MÉTODOS DE FLEXIBILIDADE

CAMPINAS

1994

GIZELE DE ASSIS

UMA REVISÃO SOBRE OS MÉTODOS DE FLEXIBILIDADE

Dissertação apresentada como exigência parcial para a área de Especialização em Ciências do Esporte à Universidade Estadual de Campinas, sob a orientação da Profa. Dra. Antonia Dalla Pria Bankoff.

CAMPINAS

1994

*Agradecemos à Profa. Dra. **Antonia Dalla Pria Bankoff**, a orientação segura e competente que nos dedicou.*

ÍNDICE:

I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1.Pressupostos gerais	3
ARQUITETURA ARTICULAR	4
Classificação das articulações	4
Limitações estruturais e amplitude de movimento articular	7
Close packing como fator limitante	7
TECIDO CONJUNTIVO	7
Articular	7
.Tendão e ligamento	7
Muscular	8
CONHECIMENTO DAS LIMITAÇÕES	9
PROPRIEDADES DO TECIDO MUSCULAR	9
Componentes mecânicos	9
NEUROFISIOLOGIA MUSCULAR	10
Fuso muscular	10
Orgão tendinoso de Golgi	11
2.2.Pressupostos específicos	12
TÉCNICAS PARA AUMENTO DA FLEXIBILIDADE	12
Forma ativa	12
Forma passiva	12
Facilitação neuromuscular proprioceptiva	13
III. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA FLEXIBILIDADE	19
Limites sobre amplitude de movimento	20
inter-relação de alongamento dos músculos lombares, pelve e posteriores de coxa	20
IV. DISCUSSÃO	23
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
VI. ANEXOS	

I. INTRODUÇÃO:

Achour (1994) A Flexibilidade tem sido destacada nos aspectos de aptidão física relacionada a saúde e habilidades atléticas, sendo determinada por **Fox (1987)**, um importante componente do Fitness. Ainda o mesmo autor, coloca-nos que de considerável interesse da Flexibilidade, são os seguintes fatores: (1) a amplitude de movimento (AM) normal, (2) causas da restrição de movimentos, (3) métodos que podem aumentar a AM.

A Flexibilidade vem sendo uma capacidade física questionável em relação a qual metodologia é melhor indicada para o treinamento.

Wallace (1984) comenta, que a dificuldade de se obter referências sobre o assunto é enorme, e é provável que isto aconteça por uma variedade de razões. Entre essas razões estão:

- (1). Dificuldade de uma medida precisa da Flexibilidade
- (2). Controle dos parâmetros emocionais. (Quem não é tenso?)
- (3). Fundos para pesquisa
- (4). Falta de uma nomenclatura adequada para diversos aspectos da Flexibilidade

Ainda sobre o assunto, **Anderson (1984)** diz haver muitos métodos diferentes usados nos trabalhos de alongamento e Flexibilidade, e nenhum destes tem sido definido com clareza pelos pesquisadores. Até que a ciência defina com clareza os significados dos termos alongamento e flexibilidade e aplique-os adequadamente, nenhuma pesquisa concreta pode ser feita.

Cureton (1941), um dos pioneiros no estudo da Flexibilidade, sugeriu que a prática da flexibilidade, se estruturada numa dosagem suficiente, pode dar condições aos músculos, ligamentos e fâscias a desenvolverem uma maior força de tensão e elasticidade.

Achour (1995) comenta que no programa ideal de flexibilidade, parece estar longe de ser determinado as variáveis, Frequência e duração do tempo permanecido em alongamento. Estas flutuam significativamente e qualquer alteração pode diferenciar os resultados.

Leighton (1956), comprovava a idéia de que a flexibilidade é limitada pelas estruturas musculotendinosas e capsulares, e reconhecia que outros

fatores, tais como a quantidade de tensão e relaxamento, e a idade de uma pessoa podem afetar também a flexibilidade.

A polêmica sobre os itens citados acima, despertou-me para o que está sendo pesquisado sobre a efetividade da metodologia aplicada nesta capacidade física por diversos cientistas.

Portanto a proposta desta revisão é verificar nas pesquisas mais recentes, quais os melhores métodos para o treinamento da Flexibilidade.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

2.1. Pressupostos gerais

Para melhor análise desta revisão, serão necessários alguns conceitos mais atuais sobre esta capacidade física.

Mc. Cue (1953), Flexibilidade é a quantidade de movimento que pode ser alcançada através do uso de um grupo de articulações, **(cit. por Prentice, 1984)**.

Corbin (1984), Flexibilidade é definida como a avaliação da AM articular, mobilidade. É a ótima mobilidade da articulação baseada no limite natural, não restritos por encurtamentos musculares e do tecido conectivo e/ou disfunção articular.

Fox, Fox & Kirby (1987), Flexibilidade é simplesmente definida como amplitude de movimento articular. O termo muitas vezes confundido com flexibilidade é elasticidade, a qual é a qualidade de propriedade do músculo e tecido conectivo para o retorno ao seu tamanho original e forma.

Holland (cit. por Alter, 1988), a natureza da Flexibilidade tem sido variadamente definida como mobilização, liberdade para mover-se, ou tecnicamente, amplitude de movimento avaliada em cada articulação ou grupo de articulações.

Hollmann & Hettlinger (1989), Flexibilidade ou mobilidade, é a extensão do possível âmbito de movimentos voluntários em uma ou mais articulações.

Weineck (1991), usa o termo Mobilidade como sinônimo de Flexibilidade e a define como sendo a capacidade e a característica do esportista conseguir executar movimentos com grande amplitude oscilatória, sozinho ou sob a influência de forças externas, em uma ou mais articulações. Ainda sobre o assunto comenta que a capacidade de articulação e a capacidade de estiramento devem ser entendidas como componentes da Mobilidade e portanto, como subconceitos.

Hall (1991), define Flexibilidade sendo o termo utilizado como indicador da mobilidade articular. Mobilidade articular, o termo utilizado para

indicar o grau relativo da amplitude de movimento (AM) permitido pela articulação.

Zackarov & Gomes (1992), Flexibilidade é a capacidade física do organismo humano que condiciona a obtenção de grandes amplitudes, durante a execução dos movimentos.

ARQUITETURA ARTICULAR:

Articulação é a união de dois ossos.

Segundo **Hall (1991)**, as articulações comandam as direções e as diferentes movimentações dos segmentos corporais e a diminuição da elasticidade do tecido colágeno que envolve essas articulações diminuem a amplitude do movimento articular.

Ainda a mesma autora refere-se que, a estrutura anatômica de uma determinada articulação, como a do joelho normal, varia pouco de uma pessoa para outra, e assim direciona os segmentos corporais para um determinado movimento, como a coxa e a perna.

Classificação das Articulações:

A classificação das articulações são baseadas na complexidade articular, no número de eixos presentes, na geometria articular ou na capacidade de movimento permitido, segundo **Soderberg, 1986. (cit. por Hall, 1991)**.

Existem 3 tipos de articulações:

. Sinartroses (imóveis):

Estas articulações fibrosas podem atenuar a força (absorção de choques), mas permitem pouco ou nenhum movimento dos ossos articulados.

a. suturas: estas articulações têm apenas uma leve separação entre os ossos adjacentes, e o tecido fibroso da articulação se continua com o perióstio. Ex: o único exemplo são as suturas do crânio.

b. sindesmoses: nestas articulações um tecido fibroso denso mantém os ossos unidos, permitindo movimentos extremamente restritos. Ex: art. coracoacromial, tibiofibular intermédia e distal.

. Anfiartroses (levemente móveis):

Estas articulações cartilagosas atenuam forças aplicadas e permitem maior mobilidade dos ossos adjacentes do que as sinartroses.

a. sincondroses: os ossos estão separados por uma fina camada de fibrocartilagem. Ex: art. esternocostais, Hall (1991)

b. sínfises: finas camadas de cartilagem hialina separam um disco de fibrocartilagem dos ossos. Ex: art. vertebrais e sínfise púbica, Hall (1991)

. Diartroses ou sinoviais (amplamente móveis): (Rasch & Burke, 1986)

São a de maior interesse para os que estudam o movimento humano. Nestas articulações, uma separação ou cavidade está presente entre os ossos adjacentes, uma cápsula ligamentar envolve a articulação e uma membrana sinovial vascularizada, que reveste o interior da cápsula articular, secreta um lubrificante conhecido como líquido sinovial.

a. planar: permite o deslizamento ou torção.

b. dobradiça: uma superfície côncava gira em torno de uma superfície convexa, permitindo flexão e extensão.

c. pivô: uma rotação em torno de um eixo longo ou vertical é permitida

d. condilar: uma articulação oval em cabeça e cavidade permitindo flexão, extensão, abdução, adução e circundução, mas não a rotação.

e. selar: ambos os ossos tem superfícies em forma de sela, permitindo os mesmos movimentos da condilar, porém com maior amplitude.

f. enartrose: superfícies articulares são reciprocamente convexas e côncavas, permitindo flexão, extensão, abdução, adução, circundução e rotação nos 3 planos de movimento.

QUADRO 2.1. CLASSIFICAÇÃO DAS ARTICULAÇÕES PELA SUA ESTRUTURA E AÇÃO
(Rasch & Burke, 1986)

ESPÉCIME	CLASSE	NOME COMUM E TÉCNICO		EXEMPLOS
Sem cavidade articular	I. Sinartrose (imóvel)	A. Fibrosa	Sutura	Ex. suturas do crânio
	II. Anfiartrose (ligeiramente móvel)	B. Ligamentosa	Sindesmose	Ex. art. tibiofibular média e inferior, radioulnar média
		C. Cartilaginosa	Sincondrose ou sínfise	Ex. sínfise púbica, entre os corpos vertebrais
Com cavidade articular	III. Diartrose (amplamente móvel)	D. Sinovial	Artrose de articulação	Ex. art. intercarpianas e intertarsianas
		1. Articulação deslizável	plana	
		2. Articulação em dobradiça	Gínglimo	Ex. art. do cotovelo
		3. Articulação pivô	Articulação trocóide	Ex. art. atlantoaxial, radioulnar proximal
		4. Articulação elipsóide	Articulação condilar	Ex. art. carpometacarpiana, 2ª a 5ª art. metacarpofalangeanas
		6. Articulação cabeça e cavidade	Esteróide ou enartrose	Ex. art. do ombro e quadril
		7. Articulação em sela	Articulação em sela	Ex. art. carpometacarpiana do polegar

Limitação estrutural e amplitude de movimento articular:

A forma e contorno da superfície articular determina o movimento trajectório avaliado para o osso, **Steindler, 1977 (cit. por Alter, 1988)**.

Estas características são hereditárias, segundo **Farfel, 1979; (cit. por Weineck, 1991)**

Segundo **Weineck (1991)**, a capacidade de articulação, de forma bem menos abrangente do que outras estruturas, pode ser melhorada com treinamento intensivo da flexibilidade.

Esta maior mobilidade, segundo pesquisas, deve-se às alterações de cada articulação, induzidas pela carga de treinamento. **Weineck (1991)**

Alter (1988), obviamente essas trajectórias são influenciadas pela cartilagem, ligamentos, tendões e outros tecidos conectivos, que frequentemente servem como fatores restritivos.

"Close-packing" como fator limitante:

Close packing é definido como o final da posição onde a superfície articular começa congruir totalmente. Sua área de contato é máxima e elas estão firmemente comprimidas, havendo em um estado sensorial, a qual a cápsula e ligamentos são espiralizadas ao máximo e tensionadas; e no movimento é possível. **Williams & Warwick, 1980 (cit. por Alter, 1988)**

Close packed da superfície articulando, podem ser descritos como tendo suas articulações ósseas temporariamente presa juntas, como se não houvessem nada entre as articulações. Quando a superfície articulando não está congruente e muitas partes da cápsula articular estão frouxas, a articulação é dita ser "*loose-packed*". (**Alter, 1988**)

TECIDO CONJUNTIVO:

Articular:

.Tendões e Ligamentos:

Hall (1991), tendões que conectam os músculos aos ossos e ligamentos que conectam uns ossos aos outros são tecidos passivos, compostos primariamente de colágeno e fibras elásticas. Tendões e ligamentos, não tem capacidade de contrair-se como o tecido muscular, mas

são levemente distensíveis, sendo elásticos e podendo retornar aos seus comprimentos originais após serem estirados.

Fox, Fox & Kirby (1987) A contribuição dos tendões para a resistência à flexão da articulação é no extremo da AM.

Weineck (1991), com o treinamento, estas estruturas tem uma melhora muito limitada de sua capacidade de estiramento, que está ligada à sua função de estabilização da articulação e, devido à sua condição material, sua capacidade de estiramento é muito menor.

Muscular:

Ramsey & Steel, 1940; (cit. por Hollamnn & Hettlinger, 1989), a experimentação indica que não são as próprias fibras musculares que oferecem resistência decisiva ao estiramento, mas sim a fásia muscular.

Hall (1991) Fásia é um tecido conjuntivo denso, que envolve os músculos e os feixes musculares, fornecendo proteção e sustentação.

Segundo **Alter (1988)**, a palavra fásia significa banda ou bandagem e varia em espessura e densidade de acordo com a sua demanda funcional.

Hall (1991) A distensibilidade limitada dos tecidos conjuntivos, é um dos fatores limitantes mais comuns da AM e a probabilidade de sofrerem um estiramento ou ruptura quando a articulação é forçada acima da sua amplitude normal, é aumentada.

QUADRO 2.2. COMPARAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DO TECIDO-MOLE NA RESISTÊNCIA ARTICULAR

Estrutura	Resistência para Flexibilidade
oápsula articular	47%
músculo (fásia)	41%
tendão	10%
pele	2%

Johns & Wright, 1962 (cit. por Mathews & Fox, 1986)

CONHECIMENTO DAS LIMITAÇÕES

Segundo **Alter (1988)** a amplitude de movimento na articulação e então a flexibilidade, é restringida primariamente por 4 condições:

- .a elasticidade do tecido conectivo no músculo e articulações
- .tensão muscular
- .falta de coordenação e força, como no caso de movimento ativo.
- .osso e estrutura articular

Portanto, para o aumento da AM da articulação, as técnicas de alongamento poderiam fazer no mínimo 3 coisas:

- (a) aumentar a extensibilidade do tecido conectivo no músculo e articulação
- (b) reduzir a tensão muscular e então produzir relaxamento
- (c) aumentar a coordenação dos segmentos corporais e força do grupo muscular agonista.

PROPRIEDADES DO TECIDO MUSCULAR -

Hall (1991) o tecido muscular tem quatro propriedades:

- .**Extensibilidade:** é a propriedade do músculo ser estirado ou aumentar seu comprimento.
- .**Elasticidade:** é a capacidade que o músculo tem de voltar ao seu comprimento inicial após um estiramento ou contração.
- .**Irritabilidade:** é a capacidade de responder a estímulos que podem ser eletroquímicos (como o potencial de ação dos neurônios motores) ou mecânicos (uma percussão externa a uma porção do músculo). Se os estímulos forem limiares, o músculo responderá desenvolvendo tensão.
- .**Capacidade de desenvolver tensão - contratilidade:** é a capacidade de diminuir o comprimento, entretanto a tensão pode não provocar o seu encurtamento. A contratilidade é uma característica específica do tecido muscular.

Componentes mecânicos:

Levin & Wyman, 1927; (cit. por Alter, 1988) o comportamento elástico do músculo foi descrito como consistindo em dois principais componentes básicos.

Esses componentes mecânicos são importantes porque eles resistem a deformação e portanto, jogam a maior tarefa para determinar a Flexibilidade.

Dantas (1989), componentes elásticos são os que retornam a sua forma original, após o relaxamento da musculatura, sem influência de forças externas. São basicamente os miofilamentos e o tecido conjuntivo. O tecido conjuntivo é disposto em série e em paralelo com as fibras musculares, provocando durante a contração muscular, a participação de 3 componentes elásticos.

.Componente elástico em paralelo (CEP): fornece uma tensão resistiva quando o músculo é passivamente estirado. **Dantas (1989)**, são os tecidos conjuntivos que envolvem o sarcolema (endomísio), fascículos (perimísio), e o músculo (epimísio) como se fossem tubos de borracha.

.Componente elástico em série (CES): Atua como uma mola estocando energia quando o músculo é estirado.

Acredita-se que a elasticidade do músculo esquelético deve-se primariamente ao CES.

.Componente contrátil: A habilidade do músculo aumentar a tensão é chamada de componente contrátil. O componente contrátil pode ser considerado como o gerador de tensão, segundo **Zieler, 1974 (cit. por Ailer, 1988)**.

NEUROFISIOLOGIA MUSCULAR

Propriocepção:

Segundo **Weineck (1991)** Para a coordenação dos movimentos, os reflexos proprioceptivos são de especial significado.

Os proprioceptores: receptores dos músculos, tendões e articulações, comunicam ao sistema nervoso a posição e estado do corpo e de suas extremidades no espaço.

Fuso Muscular:

Hollmann & Hellinger (1989) Entre as fibras musculares (extralusais), temos algumas mais finas e curtas, envolvidas por uma cápsula

de tecido conjuntivo de formato fusiforme, denominadas fibras intratusais e recebem uma inervação por fibras gama.

A inervação das extratusais corre por conta das fibras alfa de maior calibre.

Ao lado das motoras, os fusos recebem também a inervação sensitiva as quais se distribuem no centro das intratusais.

Um estiramento muscular, portanto também do fuso muscular, envia potenciais de ação em direção ao centro, sendo essa frequência, proporcional ao grau de estiramento.

Segundo **Guyton (1989)**, o reflexo de estiramento é sempre funcional, ajudando a amortecer os movimentos motores iniciados no cérebro e proporcionando, pelo menos parte da força motora necessária para determinar as contrações musculares.

Orgão Tendinoso de Golgi:

São receptores sensoriais responsáveis por detectar tensão sob o tendão. Localizam-se nos tendões e imediatamente adiante das suas inserções musculares.

De acordo com severas investigações **Astrand & Rodahl, 1978; Houk & Hennemann, 1967; Moore, 1984; (cit. por Alter, 1988)**, o OTGs são sensíveis por ambos alongamento e contração. Durante a máxima contração isométrica com os músculos (os antagonistas) em suas amplitudes de extensão, a tensão combinada produzida pode estimular os OTGs e causar então o relaxamento reflexo. Outra explanação deste fenômeno de relaxamento é que a contração isométrica altera a maneira na qual os fusos musculares respondem a condição alongamento pelo decréscimo da fluxo de impulsos aferentes desses proprioceptores; **Holt, ND (cit por Alter, 1988)**. Consequentemente este decréscimo no fuso muscular atenderia elevando a AM, propondo menor resistência ao alongamento.

Segundo **Alter (1988)** os OTGs atuam diretamente em linha com a transmissão de força do músculo na inserção com o osso, e por isso são ditos estar em série com o músculo, e em paralelo acreditam estar o fuso.

Conseqüentemente, eles são estimulados por ambos, estiramento passivo e contração muscular.

Ainda sobre o assunto, o mesmo autor diz que os OTG tem um limiar mais alto que o fuso, por isso, ordinalmente graus de tensão regular ou moderados no tendão não estimulam os receptores de Golgi.

2.2 Pressupostos específicos

TÉCNICAS PARA AUMENTO DA FLEXIBILIDADE ARTICULAR:

Hutton (1992) Muitos estudos tem demonstrado aumento da resposta contrátil em atividade EMG em associação com técnicas de alongamento que promovem maior AM.

As técnicas de Flexibilidade se distinguem em:

Forma Ativa:

A obtenção de grandes amplitudes com a própria ação muscular do indivíduo. **Zackarov & Gomes (1992)**

Forma Passiva:

A obtenção de grandes amplitudes conseguida por conta de influências externas (ação da gravidade, força de outros grupamentos musculares, implementos ou parceiros).

Ambas as formas podem se manifestar de maneira estática (permanência na posição sem movimentar-se) ou dinâmica (através de balanceios). **Zackarov & Gomes, 1992; Weineck, 1991; Alter, 1988.**

Segundo **Etnyre & Lee (1987)**, a maneira estática é desenvolvida por um alongamento lento e passivo do músculo e então passivamente permanece-se na posição com tensão contínua sobre o músculo que está sendo alongado. O tempo prolongado na posição, é para dominar a influência do reflexo de estiramento (miotático), que produz um efeito dinâmico do fuso muscular, **Gottlieb & Agarwal, 1973; (cit. por Etnyre & Lee, 1987)**. O alongamento estático produz tensão sobre o tendão, o qual pode evocar uma influência inibitória através do OTG.

O tempo de permanência na maneira estática, abrange de 6 segundos segundo **Corbin & Noble, 1980; (cit. por Achour, 1994)** a 300 segundos

em ginastas de alto nível **Dantas, 1989; (cit. por Achour 1994)**. A variação é ampla: 10 a 30 segundos **Weineck (1991)**; 15 a 30 segundos **Kisner & Colbi, 1989; (cit. por Achour, 1994)**; superior a 30 segundos **Amorin et alli, 1991; (cit. por Achour, 1994)**; 15 a 60 segundos, **Madding et alli, 1987; (cit. por Achour, 1994)** e **Boileau, 1981; (cit. por Achour, 1994)** intere que o alongamento deve ser mantido de 30 a 60 segundos. Quando inferior a trinta segundos, não resulta em relaxamento muscular e assim o alongamento máximo não pode ser obtido.

De acordo com **Malveyev, 1981; (cit. por Alter, 1988)** exercícios dinâmicos (balísticos), podem ser desenvolvidos em séries, com aumento gradual do balanceio dos movimentos para o máximo.

Alter (1988), ambos as formas ativa e passiva contribuem para a melhora da flexibilidade, mas seus efeitos em cima da flexibilidade são diferentes.

Beaulieu (1981), algumas técnicas são mais seguras que outras. Quanto menor for a tensão que há num músculo durante o trabalho de flexibilidade, menos resistência há para o estiramento no músculo, ou seja, quanto maior a resistência do músculo ao alongamento, maior a possibilidade de lesão enquanto se trabalha flexibilidade. As pesquisas têm indicado que o Método passivo produz menos tensão muscular, e conseqüentemente menor resistência ao estiramento, do que outras técnicas de trabalho, **Moore & Hutton, 1980; Sapega, Ovedenfeld, Mayer & Buther, 1981; Walker, 1961; (cit. por Beaulieu, 1981)**.

FNP - Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva:

O método mais discutido na atualidade são os de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP), promovendo o mecanismo neuromuscular através da estimulação dos proprioceptores, **Knott, Voss (1968), cit por Alter (1989)**.

Segundo o mesmo autor, a FNP foi originalmente desenvolvida como procedimento terapêutico para a reabilitação de pacientes e a sua "ciência, é baseada sobre mecanismos neurofisiológicos que incluem a facilitação e inibição, sucessiva indução e reflexos.

Facilitação ou ação facilitatória são ações que aumentam a excitabilidade do neurônio. Em contraste, ação inibitória são aquelas que decrescem a excitabilidade. Embora a inibição seja o oposto de facilitação, elas são inseparáveis uma da outra; **Knott & Voss, 1968; Harris, 1978; Prentice, 1983 (cit Alter, 1989).**

A FNP envolve uma variedade de estratégias e técnicas que promovem resultados específicos, podendo se combinar com contrações isotônicas e isométricas em diferentes combinações. Os achados descritos das técnicas FNP são baseadas sob os trabalhos de **Knott & Voss, 1968; Sullivan, Markos & Minor, 1982; Surburg, 1981; (cit. por Alter, 1988).**

Etnyre & Lee, 1987; Anderson & Burke, 1991; as duas técnicas mais comumente usadas de FNP em reabilitação e atletas são:

.Contração-relaxamento (CR) - consiste de contração isométrica de um músculo alongado e então relaxa-se e alonga-se passivamente a musculatura.

.Contração-relaxamento-contração agonista (CRAC) - idêntica a CR, exceto que durante o final da fase de alongamento, o músculo oposto ao alongado é concentricamente contraído.

A efetividade das técnicas FNP envolvem o reflexo de estiramento e o reflexo de estiramento envolve dois tipos de receptores: o fuso muscular e o OTG. **Alter (1988)**

Etnyre & Lee (1987) A explanação teórica da efetividade dos métodos de alongamento incluem o domínio do reflexo de estiramento, inibição autogênica e inibição recíproca. O método de CR, acreditam facilitar as influências de inibição autogênica do OTG produzindo maior tensão sobre o tendão através da contração e subsequente alongamento. A permanência do efeito inibitório do OTG são comumente citadas, como a razão para a redução na facilitação neuromuscular do músculo que existiu o alongamento, **(Tanigawa, 1972; cit. por Etnyre & Lee, 1987)**

Produzir inibição recíproca em adição com inibição autogênica é a maior razão para o valor da contração concêntrica no método CRAC. O efeito da inibição recíproca através da trajetória la é baseada em inúmeros estudos, **Kots, 1977; Sherrington, 1906; Tanaka, 1976 (cit. por Etnyre & Lee, 1987).**

Osterning et alii (1990) estudaram os efeitos da manutenção do alongamento (SR - alongamento-relaxamento por 80", conhecido também como alongamento estático - SS) e 2 técnicas de FNP (ACR - contração-relaxamento agonista; CR - contração-relaxamento), sob a ativação do músculo posterior e amplitude de extensão do joelho em diferentes populações de atletas. Os resultados revelaram que a técnica ACR produziu 89-110% maior atividade EMG nos músculos posteriores e 9-13% mais AM na articulação do joelho do que as técnicas CR e SS, respectivamente. Neste estudo, a técnica ACR foi produzida no ponto de restrição da extensão do joelho. Desde então, a ACR deu o maior grau de amplitude do joelho, comparados com outros métodos, o antagonista (posteriores) pode ter respondido mais vigorosamente porque o limite articular foi mais rigorosamente aproximado do que nas técnicas SR e CR e maior estabilidade articular e controle foram necessários. O mesmo padrão foi evidente para os grupos individuais de sujeitos. Comparações da média de dados entre os 3 grupos de sujeitos revelaram que atletas de endurance (AE) tiveram 58-113% mais atividade EMG do músculo posterior do que atletas de velocidade (AV) e grupo controle (C), respectivamente através de todas as condições de alongamento, ao passo que AE obtiveram menor AM do que AV e controle para as técnicas CR e ACR. **Condon & Hutton, 1987 (cit. por Osterning et al, 1990)** registraram que a técnica ACR aplicada na articulação do tornozelo, resultou em redução da amplitude do reflexo Hoffmann, quando comparado com SS e CR. Isto foi sugerido que a inibição recíproca foi em fato operacional, e pode ter sido mascarado por outras entradas neurais. **Knutsson & Martensson, 1980, (cit. por Osterning et al, 1990)** postularam que a excitação do reflexo de estiramento do antagonista é muitas vezes induzida pela atividade voluntária do agonista. Muitos achados sugerem que a diminuição da atividade muscular pode não ser fortemente relacionado pelo aumento na AM articular e que outros fatores como a relaxação muscular são importantes na conclusão de aumentos na AM. (**Condon, Hutton, 1987; Moore, Hutton, 1980; cit. por Osterning, 1990**)

Hutton (1992). Nos últimos anos muitos estudos tem dedicado grande atenção para as técnicas de Flexibilidade FNP, onde o assunto é que

estes são os métodos mais efetivos para o aumento da AM. Dentro das várias técnicas, as mais discutidas são CR e ACR. Várias publicações não tem mostrado nenhuma diferença significativa entre procedimentos FNP e estático. Parte da disparidade dos achados pode estar associado se os estudos eram de intenção aguda ou crônica e se o torque de alongamento foi mantido relativamente constante através da técnica de alongamento empregada. Contudo, é geralmente assumido que uma ação máxima antecedente ao alongamento, como é feito na técnica FNP, promove relaxação muscular e portanto maior AM é achada.

A contração induzindo relaxamento muscular, antecedente ao alongamento, de ação moderada para intensa no músculo esquelético, aumenta a excitabilidade da trajetória de ativação neurogênica por severos segundos. Os sílios dessas trocas na excitabilidade pós-contração são ambas de origem neurogênica e miogênica. De importância crítica, é a observação que o motoneurônio gama e a trajetória do reflexo de estiramento são tonicamente e dinamicamente facilitados, controlando uma elevada resposta para o subsequente alongamento. Isto parece ser devido mecanismos adaptativos na curva gama, onde persistem ligações entre muitos filamentos de actina e miosina intrafusais, levando a uma rigidez das fibras musculares na região polar do fuso muscular. Isto inicia o caso da aplicação da técnica FNP, promover uma ativação muscular e não um alívio. Para trocas na AM, não existiu diferença significativa nas técnicas CRAC e SS, mas o procedimento CRAC produziu um maior aumento na AM do CR. Os achados que o procedimento FNP produzem maior atividade EMG em alongamentos musculares tem sido replicados em estudos subsequentes. **Condon & Hutton, 1987; Osterning et alli 1987; Osterning et alli, 1990.** Desde então a técnica CRAC envolve assistência voluntária através de ação agonista em combinação com o torque de estiramento. A questão surge, se a linguagem alta-gama em inibição recíproca está ocorrendo com a contração do quadríceps, i.e. inibição recíproca dos músculos posteriores durante o estiramento.

Sullivan, DeJulia & Worrell (1992) compararam em estudo, as técnicas de alongamento estático (SS), e FNP, para o grupo muscular

posterior, onde foram mantidas duas posições pélvicas para o teste: APT (inclinação pélvica anterior) e PPT (inclinação pélvica posterior). Os resultados revelaram que a posição APT foi significativamente mais efetiva no aumento da extensão do músculo posterior do que a posição PPT. Em adição não existiu nenhum efeito do método de alongamento ou interação da posição pélvica e técnica de alongamento. Como resultados este estudo teve para o grupo APT/SS e APT/CRC aumentaram a AKET valores 9,2@ e 12,9@ respectivamente. O grupo PPT/SS aumentou 3,7@ e PPT/CRC aumentou 1,7@. Os resultados deste estudo são em geral de concordância com **Gajdosik, 1991 (cit por Sullivan et al 1992)** o qual controlou a posição pélvica durante alongamento do músculo posterior.

Mchugh et alii (1992) tem sugerido através de estudos citados de **Majid & Law (1985)**, que as miofibrilas carregam o maior suporte de tensão no músculo. Com o alongamento, a tensão na unidade músculo-tendão limitando a AM é atribuída aos componentes viscoelásticos do tecido conectivo. Contudo, a contratilidade do reflexo de estiramento, originando do fuso muscular em paralelo com as fibras extra-fusais podem também produzir resistência. **Etnyre & Abraham (1988); Etnyre & Lee (1987); Guissard et al (1987); Sady et al (1982); Tanigawa (1972); (cit. por Mchugh, 1992)** A contribuição do reflexo de estiramento para a resistência durante o estiramento é desconhecida e o decréscimo nesta resposta reflexa tem sido usado para explicar o decréscimo na resistência com as várias técnicas. A resposta mecânica do alongamento muscular é caracterizada pelas propriedades viscoelásticas e elásticas do músculo. Em estudos **Mchugh et al (1992)** tem sido capaz de demonstrar o stress de relaxação viscoelástica no músculo esquelético. A resistência ao estiramento para a máxima AM e a atividade do reflexo de estiramento foram medidas durante a elevação passiva da perna.

Teste 1: a máxima AM tolerada, mantendo neste ponto por 45 seg.

Teste 2: 5 graus abaixo da AM a qual o início da atividade EMG ocorreu no teste 1, por 45 seg.

Houve um decréscimo de força no final da AM durante os 45" no T.1. O percentual decréscimo de força na respectivo final de AM não foi significativamente diferente entre os testes.

Quando a resposta EMG de um alongamento induzido foi obtida, um significativo decréscimo na atividade EMG ocorreu durante o período de relaxamento, mas estatisticamente não relatado para o grau de relaxamento no grupo muscular posterior. A máxima AM da flexão do quadril parece ser a função de ambas, viscoelasticidade e resposta contrátil com a tensão individual tendo maior resistência para alongar até 30 graus e maior resposta contrátil até a máxima AM. Mulheres tem uma significativa maior AM, mas tem subsequente similar relaxação e resposta contrátil.

III. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA FLEXIBILIDADE

Achour (1995) A complexidade existente da interpretação objetiva do nível de flexibilidade impossibilita os avanços na área de estudo da capacidade física flexibilidade.

Hollmann & Hellinger (1989) A flexibilidade pode ser observada através da avaliação direta ou indireta do ângulo do movimento. **Leighton, 1955**, construiu um flexômetro para uma verificação mais exata possível. O aparelho é fixado ao corpo, indicando a AM, (cit. por **Hollmann e Hellinger, 1989**)

A AM pode ser medida em ambas, unidades lineares ou unidades angulares, **Alter (1988)**

Segundo **Rasch e Burke (1977)**, as medidas lineares de Flexibilidade, como a prova de sentar e alcançar, são pouco satisfatórias para a comparação dos indivíduos.

Prentice (1988), a maior parte das pesquisas feitas sobre flexibilidade tem empregado processos semelhantes, usando basicamente os músculos interiores das costas e extensores do quadril. **Holt, 1970; (cit. por Prentice, 1988)** tem fornecido boa justificativa para o uso destes grupos de músculos em particular nos estudos que tentam encontrar o método mais efetivo de incremento da flexibilidade.

Em estudos realizados por **Giannichi & Viana** compararam três testes que medem a Flexibilidade de tronco, quadril e a extensibilidade dos músculos posteriores dos MMII: sentar e alcançar de Wells & Dillon na posição em pé, sentar e alcançar adaptado segundo Johnson & Nelson e sentar e alcançar de Wells & Dillon. Quarenta e cinco universitários de ambos os sexos, do curso de Ed. Física da Universidade Federal de Viçosa, selecionados aleatoriamente, compuseram a amostra. Foi verificado que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os três testes, concluindo-se que com qualquer um os resultados são semelhantes e que, as mulheres foram mais flexíveis que os homens ($p < 0,01$) nos três testes aplicados. Pela correlação múltipla de Pearson conclui-se, ainda, que os três testes existe correlação significativa ($p < 0,05$).

Límites sobre a amplitude de movimento

Testes para medir o estiramento dos músculos posteriores incluem o teste de tocar a ponta dos pés, o teste de elevação da perna unilateral passiva, e o teste de elevação da perna unilateral ativa. (SLR). Existem um número de instrumentos que podem ser usados para avaliar/determinar o teste SLR, **Hsieh, Walker & Gillis, 1983, (cit. por Aller, 1988)**.

Aller (1988) Estudos recentes tem encontrado que vários fatores podem influenciar os resultados do teste. Por exemplo, **Bohannon et al. (1985)** encontrou que a rotação pélvica inicia com 9 graus do início do teste SLR passivo, e que o ângulo da rotação pélvica aumenta em conjunção com o ângulo de elevação da perna. Ainda nos estudos o teste SLR ativo (**Mayhew, Norton & Sahrman, 1983**), os achados indicaram que o grau de participação dos músculos posteriores contralateral e abdominal podem contribuir para variações potenciais. Em adição, o alongamento ("puxar") do gastrocnêmio pode influenciar o grau de movimento. Daí, para minimizar o alongamento, o tornozelo pode ser permitido uma leve flexão plantar.

A flexão do quadril produzida primariamente pelo psoas maior e íliaco, e assistido pelo reto femoral, sartório, tensor da fáscia lata, peitíneo, adutor breve, longo e magnus. A AM é checada pela contratilidade insuficiente, ligando a coxa com o abdomen, e tensão dos músculos posteriores. Durante a flexão, todos os ligamentos estão relaxados. Assim eles não dão resistência.

Inter-relação de alongamento dos músculos lombares, pelve e posteriores de coxa

Provavelmente um dos mais desenvolvidos, menos entendidos, e potencialmente perigosos exercícios de flexibilidade e/ou testes para músculos posteriores e lombares é a flexão do quadril com joelhos estendidos, quando o alongamento ou teste de flexibilidade, deveria ser cuidadoso para distinguir entre o músculo encurtado, normal e alongado. Igualmente importante, deveria também fazer claro que somente o grupo muscular desejados são alongados. Frequentemente, como será visto, os verdadeiros resultados são camuflados ou indefinidos, **Kendall, Kendall & Wadesworth, 1971, (cit. por Aller, 1988)**.

Praticamente nenhuma flexão dianteira está presente na região torácica do segmento tóraco-lombar. Isto é porque os discos nesta região são finos e em direção do ponto facetário. Em contraste, toda a direção dianteira da flexão ocorre na coluna lombar. Mais especialmente, 5 para 10% da flexão ocorre entre L₁ e L₄; 20 para 25% entre L₄ e L₅; 60 para 75% entre L₅ e S₁. Além disso, a maior flexão da coluna ocorre quando o tronco é inclinado em 45 graus adiante. Na atualidade, o total da flexão lombar é limitada pela extensão reversa da curva lordótica, **Cailliet, 1981 (cit. por Alter, 1988)**. O ponto de vista do autor é que, se a pessoa estava inclinando adiante para tocar seus pés sem flexionar os joelhos, mais flexão seria requerida do que o grau de flexão atribuída para a flexão da coluna lombar. Daí esta curva lombar reversa e a única flexão possível poderia não inclinar até a distância do solo. A flexão adicional poderia ser possível, mas como? A questão é que a flexão também ocorre na articulação do quadril. A flexão possível para o quadril está atribuída pela mobilidade da cintura pélvica. Se lembrarmos, o quadril é formado pela cabeça do fêmur montado sobre o acetábulo. Consequentemente, a pelve é capaz de rotação em torno de um suporte de duas laterais da articulação do quadril. Isto pode ser comparado com a ação de gangorra, **Cailliet, 1981; Kapandji, 1982; (cit. por Alter, 1988)**. Portanto, na flexão do quadril, a porção anterior da pelve descende e o aspecto posterior ascende. Com a extensão, a pelve inclina posteriormente para posição ereta.

O ótimo e seguro desenvolvimento do alongamento requer uma inclinação adequada à flexibilidade, força e mecânica. **Alter (1988)**.

Osterning et alli (1990), avaliou trocas na AM na extensão do joelho em três métodos para desenvolver flexibilidade. Os sujeitos foram colocados em uma tábua na posição supino com a flexão total do quadril e estabilizado por fitas de acordo com o procedimento de Evjenth & Hamberg. O joelho D era estendido até o ponto de restrição. A perna E também tinha uma fita com o membro em extensão para estabilizar o quadril.

Mchugh et alli (1992), estudou a resposta do grupo muscular posterior durante o SLR passivo (teste de elevação passiva da perna)

mantido e fixado o ângulo era estudado. Durante o alongamento o outro membro abaixado era fixado em uma mesa com uma banda para limitar a rotação pélvica. A AM de flexão do quadril, o alongamento induzia uma resposta EMG do grupo muscular posterior e a resistência ao alongamento era medida.

Sullivan, DeJulia & Worrel (1992), sujeitos qualificados por um estudo não tendo extensibilidade do grupo muscular posterior menor do que 70 graus bilateralmente, através do AKET (teste de extensão ativa de joelho).

Um goniômetro foi usado para posicionar o quadril e o joelho em 90 graus de flexão. O sujeito estendia ativamente a perna testada, a qual mantinha a coxa diante da barra por 2 repetições, onde o ângulo era documentado.

Para cada sujeito foi determinado randomicamente para uma das duas posições pélvicas: APT - inclinação pélvica anterior ou PPT - posição pélvica posterior. Então cada sujeito foi randomicamente determinado para um método para cada perna: estático (SS) e FNP (CRC - contração-relaxamento-contração)

IV. DISCUSSÃO:

Osterning et alli (1990) concluiu em seu estudo, que o método FNP ACR, promoveu maior grau de AM da articulação do joelho, comparando com os outros métodos CR e SS, assim como também, produziu maior atividade EMG nos músculos posteriores. O autor sugere que os músculos posteriores podem ter respondido mais vigorosamente nesta técnica, porque o limite articular foi mais aproximado do máximo do que as técnicas SS e CR, sendo necessária maior estabilidade e controle articular nesta amplitude.

Sullivan, DeJulia & Worrei (1992) concluíram que a posição pélvica foi mais importante do que o método empregado.

Mchugh et alli (1992) sugerem que a inflexibilidade individual tem maior resistência ao alongamento do que o tempo de manutenção na posição. E, o final da máxima AM, não mostrou uma significativa correlação com o decréscimo na resistência ao alongamento sobre o tempo do T.1., sugerindo que a relaxação não é afetada pela flexibilidade do sujeito.

Wallace (1984), embora estudos sugiram que as técnicas FNP produzam melhor resultado, estas técnicas podem ser de impossível aplicação em determinados grupos.

Achour (1995) O método alongado voltado a saúde, adequa-se ao método estático de baixa intensidade. A realização do alongamento para manter ou ampliar a AM baseia-se na técnica, frequência, intensidade e tempo de duração em alongamento.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ACHOUR, A.J.: Alongamento uma abordagem pedagógica. Boletim técnico científico. APEF, n.3, 1994
- ACHOUR, A.J.: Flexibilidade, Revista da APEF, vol.9(16), 1994
- ACHOUR, A.J.: Efeitos do alongamento na aptidão física de crianças e adolescentes. Revista da APEF, vol.10(17), 1995.
- ALTER, M.J.: Science of stretching, Human kinetics book, 1989
- ANDERSON, B.; BURKE, E.R. Scientific, Medical, and practical aspects of stretching. Clinics in Sports Medicine, vol. 10(1), pp.63-86, 1991.
- CORBIN, C.B.: Flexibility, Clinics in Sports Medicine, vol.3(1), 1984
- CORBIN, C.; LINDSEY, R.: The ultimate fitness book, Physical Fitness Forever, Copyright, pp 91-92, 1984.
- CORNELIUS, W.L.; HAGEMANN, R.W. e JACKSON, A.W.: A study on placement of stretching within a workout, J. Sports Med, vol. 28 (3), pp 234-236, 1988
- DANTAS, E.H.M.: Flexibilidade, alongamento e flexionamento; Ed. Shape, 1989
- ETNYRE, B.R.; LEE, E.J.: Comments on proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. Research Quarterly for Exercise and Sports, vol.58(2), pp.164-8, 1987.
- FOX, E.L., MATHEWS, D.K.: Bases fisiológicas da Educação Física e Desportos, 3ª ed., Ed. Guanabara Koogan S.A., 1986.
- FOX, E.L.; FOX, A.R.; KIRBY, T.E.: Bases of Fitness, Leisure Press, pp 123-124, 1987.
- GUYTON, A.C.: Tratado de fisiologia médica, 7ª ed., Ed. Guanabara Koogan S.A., 1989.
- HALL, S.: Biomecânica básica, Ed. Guanabara koogan S.A., 1993.
- HOLLMANN, W.; HETTINGER, Th.: Medicina de esporte, Ed. Manole, pp 160, 1989
- HUTTON, R.S.: Neuromuscular basis os stretching, Strength and Power in Sports, vol. 3 of the encyclopaedia of sports medicine an IOC medical comission publication, 1992.
- MCHUGH, M.P.; MAGNUSSON, S.P., GLEIM, G.W. e NICHOLAS, J.A.: Viscoelastic stress relaxation in human skeletal muscle, Med. Sci. Sports Exerc., vol 24 (12), pp 1375-1382, 1992.
- OSTERNING, L.R.; ROBERTSON, R.N.; TROXEL, R.K. e HANSEN, P.: Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques, Med. Sci. Sports Exerc., vol 22, (1), pp. 106-111, 1990.
- POLLOCK, M.L.; WILMORE, J.H. e FOX III, S.M.: Exercícios na saúde e na doença, Ed. MEDSI, 1986
- RASCH, P.J.; BURKE, R.K.: Cinesiologia e anatomia aplicada, 5ª ed., Ed. Guanabara Koogan S.A., 1986
- SULLIVAN, M.K.; DEJULIA, J.J. e WOPPEL, W.: Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility, Med. Sci. Sports Exerc., vol 24 (12), pp 1383-1389, 1992
- WEINECK, J.: Biologia do esporte, Ed. Manole, 1991
- ZAKHAROV, A.; GOMES, A.C.: Ciência do treinamento desportivo, Grupo Palestra, 1992.