



Programa de Pós-graduação em Educação Física - PPGEF

Universidade Gama Filho - UGF

Laboratório Crossbridges - Pesquisa em Fisiologia do Exercício - Força

Adequação das Variáveis de Treinamento e Seus Efeitos sobre a Flexibilidade

Prof. Igor Alexandre Fernandes

Questões a esclarecer

Como as variáveis de treinamento interferem nos resultados agudos sobre a Flexibilidade?

Como as variáveis de treinamento interferem nos resultados Crônicos sobre a Flexibilidade?

Quais os possíveis mecanismos associados?

Por que Alongar ?

Maiores níveis de Flexibilidade

Prevenção de Lesões

Redução nos níveis de dor muscular tardia

Aquecimento ou atividade condicionante



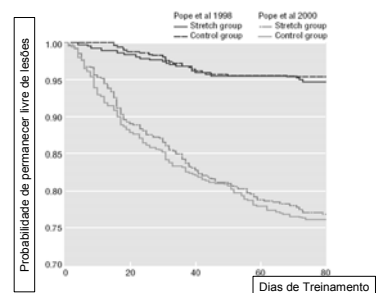
... Prevenção de Lesões ?!

Estudo	Amostra	Desenho experimental	Resultados	Comentários
Ekstrand et al. (1983)	180 H Atletas (futebol)	RCT	RR grupo alongou 0.6 lesão/mês vs 2.6 grupo "con"	Variável interveniente
Bixler & Jones (1992)	5 times (futebol)	Pseudo-RCT	RR grupo "Along" = 0.3 lesões/jogo vs 0.8 grupo "Con"	Variável interveniente
Ekstrand et al. (1983)	180 H Atletas (futebol)	Prospectivo com duração de 1 ano	Lesões grupo "Con" (RR = 2.1)	Variável interveniente

*Valores de RR acima de 1 determinam alta incidência de lesão.

Shrier, I. Evidence-Based Sports Medicine. BMJ Publishing Group:97-116, 2002.

... Prevenção de Lesões ?!



Herbert & Gabriel. BMJ 325:468-72, 2002

The Impact of Stretching on Sports Injury Risk: A Systematic Review of the Literature

“... there is not sufficient evidence to endorse routine pre- or post-event stretching to prevent injury...”.

Thacker et al. Med Sci Sports Exerc; 36 (3): 371-378, 2004.

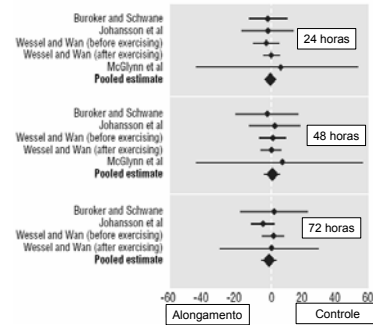
ORIGINAL ARTICLE

Hypermobility and sports injuries in junior netball players

“... hypermobility was significantly associated with an increased prevalence of injuries in players”.

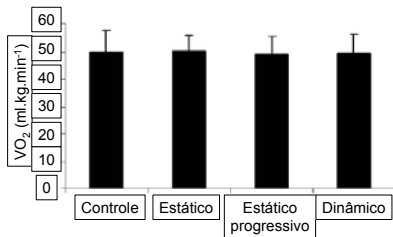
Smith et al. Br J Sports Med; 39: 628-631, 2005.

... Redução nos Níveis de DMT ?!



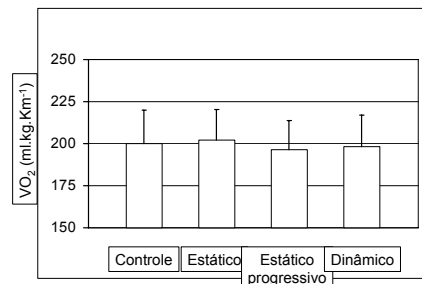
Herbert & Gabriel. BMJ, 325:468-72, 2002

... Aquecimento ou Atividade Condicionante ?! Desempenho Aeróbio - VO₂



Hayes & Walker. J Strength Cond Res. 21(4):1227-32, 2007.

... Aquecimento ou Atividade Condicionante ?! Desempenho Aeróbio – Economia de Corrida



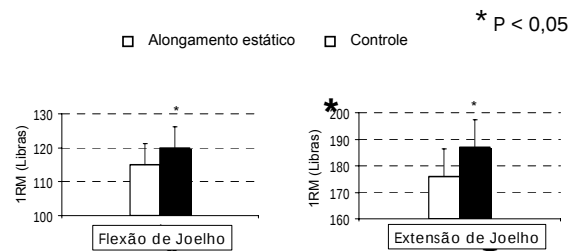
Hayes & Walker. J Strength Cond Res. 21(4):1227-32, 2007.

Running Economy is Negatively Related to Sit-and-Reach Test Performance in International-Standard Distance Runners

“... stiffer runners (that is, those who perform poorly on the sit-and-reach flexibility test) tend to be more economical when running at submaximal speeds”.

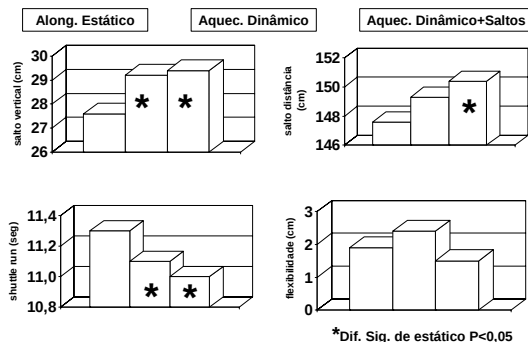
Jones, A. Int J Sports Med, 23:40-43,2002.

... Aquecimento ou Atividade Condicionante ?! Desempenho de Força/Potência



Nelson et al. RQES 76(4):500-506, 2005.

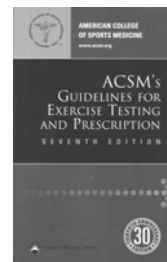
Faigenbaum et al. 2005; JSCR19(2):376-381



AERÓBIO

FORÇA MUSCULAR

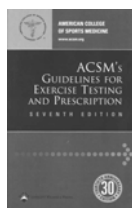
FLEXIBILIDADE



ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (2006). Lippincott Williams & Wilkins: Baltimore.

Recomendações de Prescrição

- ☐ Grandes grupamentos musculares
- ☐ Estático (15 a 30 s)
- ☐ Limite de amplitude articular (sem desconforto)
- ☐ 2 a 4 séries
- ☐ 2 a 3 x semana



ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (2006). Lippincott Williams & Wilkins: Baltimore.

Manipulação de Variáveis e os Efeitos Agudos Sobre a Flexibilidade

Técnicas de Alongamento

Passivo ou Estático

Balístico ou Dinâmico

Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva

Comparação Entre Técnicas de Alongamento

Estudo	Amostra (idade)	Métodos (N)	Grupo muscular	Duração(s)	Medida	Resultado
Rubini e Gomes (2004)	18 H (27 ± 5)	Estático FNP-CR	Adutores de Quadril	4 x 30s 4x10s→10s→10s	Flexômetro CCI=0,96 ETM=3,4%	EST = FNP (↑9,2%) (↑9%)
Melo e Gomes (2005)	11 M (29 ± 5)	Estático FNP-CR	Isquiotibiais (3exercícios)	4 x 30s 4x10s→10s→10s	SA CCI=0,98 ETM=1,6%	EST = FNP (↑3%) (↑3,8%)
Funk et al. (2003)	40 (20H) (19,7±1,4)	Estático FNP-CR	Isquiotibiais	? x 15s ? x 30s	Goniômetro ?	↑ EST = ↑ FNP
Beedle e Mann (2007)	30 (23M) (20,7±1)	Estático Balístico	Isquiotibiais Dorsoflexores	3 x 30s 3 x 30s	Goniômetro ICC= 0,93	↑ EST = ↑ BAL

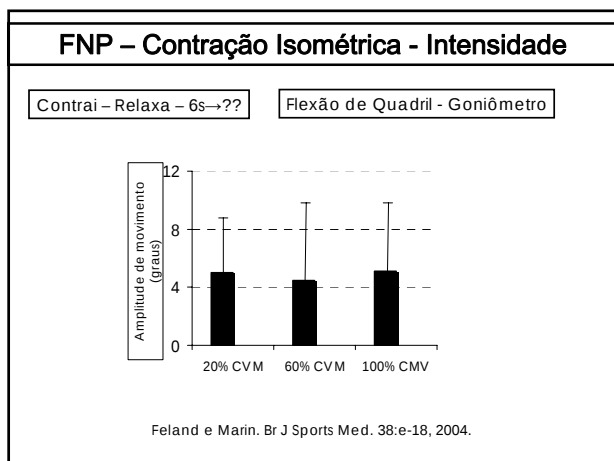
Comparação Entre Técnicas de Alongamento						
Estudo	Amostra (idade)	Métodos (N)	Grupo muscular	Duração	Medida	Resultado
Filand et al. (2001)	97(66H) (65 ± ?)	Estático (32) FNP-CR (40)	Isquiotibiais	1 x 32s 2 x 6s→10s	Goniômetro ?	↑ FNP = ↑ EST Homens FNP > EST
Osternig et al. (1990)	30 (16 H) (24 ± 5)	Estático* FNP - CR* FNP - ACR*	Isquiotibiais	1 x 80s 5x 5s → ? 5x (2)5s	Eletro - Goniômetro (?)	↑ ACR > ↑ CR = ↑ EST
Moore e Hutton (1980)	21 M (17 - 23)	Estático FNP - CR FNP - CRAC	Isquiotibiais	3 x 9s 3x5s → 9s 3x5s → 9s → 5s	Eletro - Goniômetro	↑ ACR = ↑ EST ↑ ACR > ↑ CR ↑ EST = ↑ CR
Etnyre e Abraham (1986)	12 H (21 - 33)	AE FNP - CR FNP - CRAC	Flexores plantares	9s 9s→6s → 3s 9s→6s → 3s	Goniômetro (?)	↑ CRAC > ↑ CR > AE (15,6°) (12,5°) (NS)

Comparação Entre Técnicas de Alongamento									
Subject	SS			CR			CRAC		
	Pre	Post	Gain	Pre	Post	Gain	Pre	Post	Gain
1	72.0	71.0	1.0	76.0	76.0	0.0	59.5	56.0	3.5
2	66.0	67.0	-1.0	70.0	70.0	0.0	65.0	60.0	5.0
3	69.0	70.0	-1.0	70.0	69.0	1.0	68.0	66.0	2.0
4	62.0	64.5	-2.5	63.0	56.0	7.0	64.0	63.0	1.0
5	60.0	58.0	2.0	69.0	55.0	14.0	63.0	55.0	8.0
6	67.0	59.0	8.0	67.0	61.0	6.0	67.0	61.0	6.0
7	76.0	76.0	0.0	76.0	71.0	5.0	76.0	71.0	5.0
8	59.0	59.0	0.0	59.0	58.0	1.0	59.0	58.0	1.0
9	76.0	76.0	0.0	81.0	76.0	5.0	81.0	76.0	5.0
10	81.0	83.0	-2.0	80.0	78.0	2.0	80.0	78.0	2.0
11	80.0	78.0	2.0	80.0	77.0	3.0	80.0	77.0	3.0
12	65.0	64.0	1.0	66.0	66.0	0.0	66.0	62.0	4.0
Mean	69.46	69.63	-0.17	71.75	69.75	2.0	68.88	65.25	3.63
S.E.M.	2.20	2.21		3.04	3.07		2.34	2.39	
t-test			0.374			2.580*			5.64*
p value			0.358			0.013			0.0002

* = significant t-value between pre- and post-treatment range of motion.

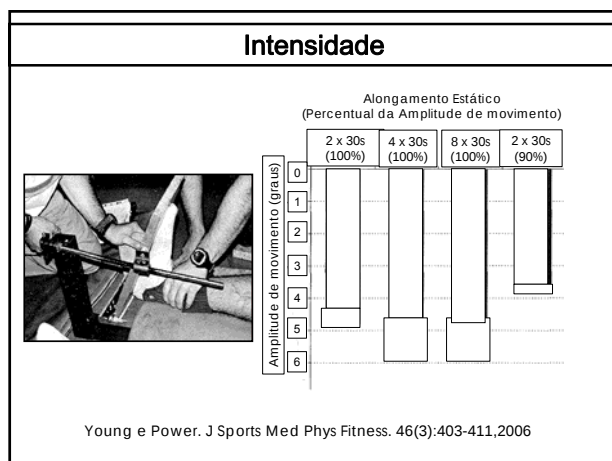
ETM = 4,4°
ETM = 6,2°

Etnyre e Abraham. Am J Phys Med. 65(4):189-196,1986

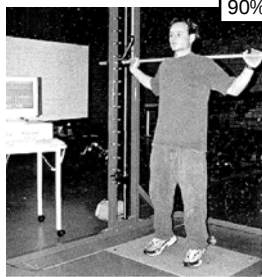


FNP – Contração Isométrica - Duração						
Estudo	Amostra (idade)	Métodos	Grupo muscular	Duração(s)	Medida	Resultado
Bonnar et al. (2004)	60 (45M) (21,5 ± 2)	3s (N=20) 6s (N=20) 10s (N=20)	Isquiotibiais	3s→?? 6s→?? 10s→??	Goniômetro CCI=0,99	3s = 6s = 10s 3s = 19,3% 6s = 19,4% 10s = 9,8%
Cornellius e Rauschuber (1987)	40 H (25 - 40)	6sCRAC 10sCRAC	Isquiotibiais	? → 6s→6s ? → 10s→10s	Flexômetro	6s = 10s 6s = 112% 10s = 113,6%

Intensidade					
Estudo	Amostra (idade)	Intensidade	Grupo muscular - Método	Medida	Resultado
Chagas et al. (2004)	14 H (23,1 ± 2)	Submáxima (Percepção inicial de desconforto) Máxima Amplitude de movimento	Isquiotibiais Estático (4x15s)	Flexômetro r=0,96	Máx > Sub (19%) (13%)
Behm e Kibele (2005)	10 (7H) (27,6 ± 3)	Tensão passiva no ponto de desconforto (100%) 75% do valor de tensão passiva 50% do valor de tensão passiva	Quadríceps Isquiotibiais Flexores plantares Estático (4x30s)	Alcançar a ponta dos pés	100%=75%=50% 100% = 19,7% 75% = 113,9% 50% = 112,6%



Intensidade



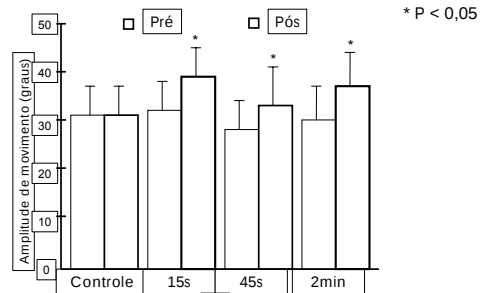
90% Versus 100%*

Pico de Força (w) = ↑ 4 %

Taxa de Desenvolvimento da Força (N/S) = ↑ 4,6 %

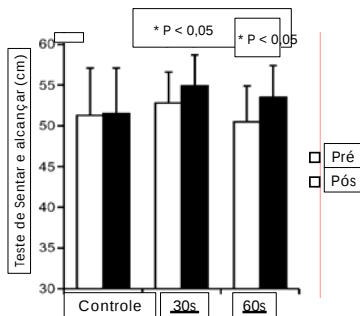
Young e Power. J Sports Med Phys Fitness. 46(3):403-411,2006

Duração do Alongamento



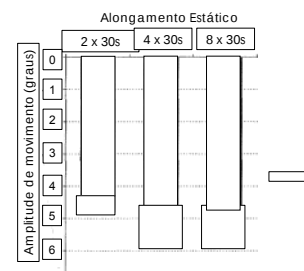
Madding et al. JOSPT. 8(8):409-416,2007.

Duração do Alongamento



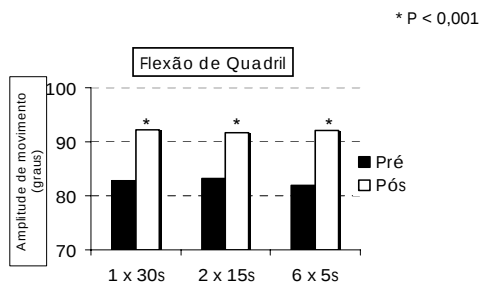
Ogura et al. J Strength Cond Res. 21(3):788-792,2007.

Duração do Alongamento – N° de Séries



Young e Power. J Sports Med Phs Fitness. 46(3):403-411,2006

Duração do Alongamento – Fracionamento – Séries Múltiplas

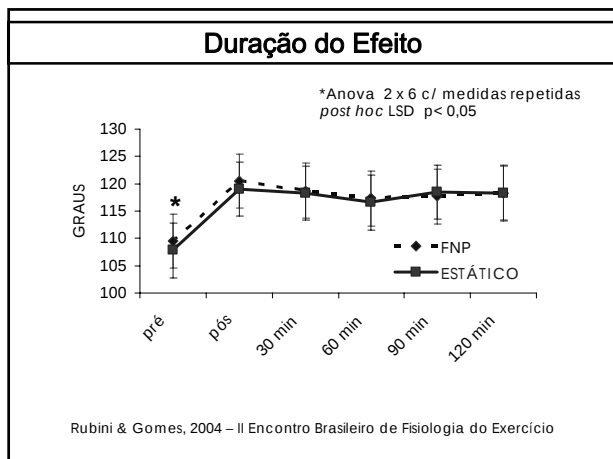


Zacas A. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 9: 220-225, 2005

Duração do Alongamento – Fracionamento – Séries Múltiplas

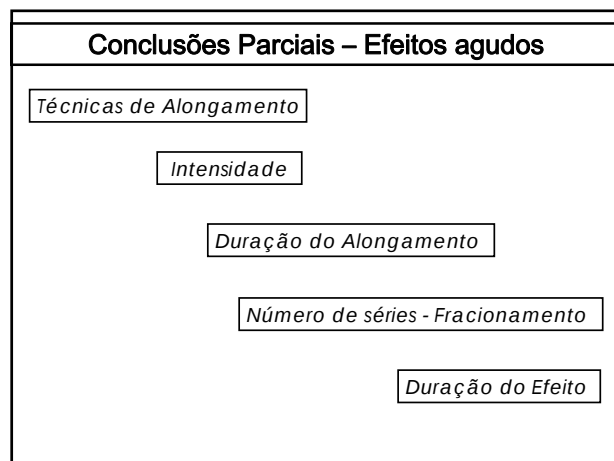
Treatment groups	Hip extension (deg)		Hip abduction (deg)		Knee flexion (deg)		Ankle dorsiflexion* (deg)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Treatment 1 (1 x 30s)	76.1 ± 7.0	82.4*** ± 7.2	44.8 ± 6.1	49.7** ± 6.6	150.4 ± 5.4	154.6** ± 5.6	37.3 ± 4.4	40.1** ± 4.0
Treatment 2 (2 x 15s)	75.6 ± 8.2	81.5*** ± 8.0	45.2 ± 6.8	50.2*** ± 6.4	150.3 ± 5.6	154.3** ± 5.8	37.6 ± 5.2	40.5*** ± 4.9
Treatment 3 (6 x 5s)	75.5 ± 8.6	82.0*** ± 8.0	44.7 ± 6.0	49.6** ± 6.4	150.0 ± 5.1	154.0*** ± 5.2	37.1 ± 3.8	40.7** ± 4.0

Zacas A. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 9: 220-225, 2005



Duração do Efeito						
Estudo	Amostra (idade)	Métodos/ Grupo (N)	Grupo muscular	Duração Total alongamento	Medida (Intervalo)	Duração do efeito
Möller et al.(1985)	8 H (?)	Estático	Adutores Isquiotibiais Quadriceps Triceps Sural	15 min	Goniômetro (0, 30, 60 e 90 min)	90 min
De Pino et al. (2001)	30 H (19±5,1)	Estático Controle	Isquiotibiais	2 min	Flexômetro CCI=0,96 ETM=2,29° (0,3,6,9,15 e 30min)	3 min (15,6°)
Spernoga et al. (2001)	30 H (18,8±1)	FNP (N=15) Controle (N=15)	Isquiotibiais	175 s	Flexômetro CCI=0,96 ETM=2,29° (0,2,4,6,8,16 e 32 min)	6 min (6,5%)

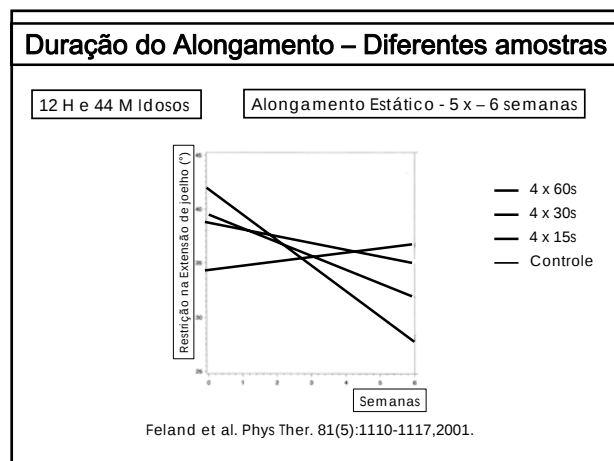
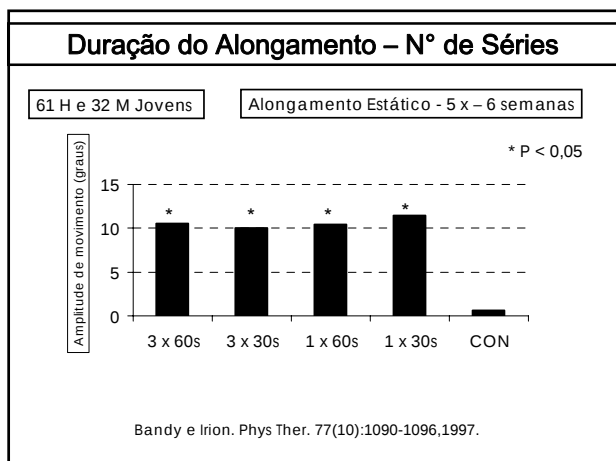
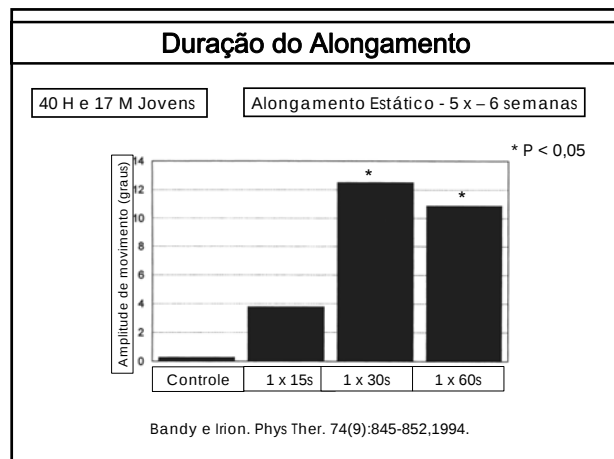
Duração do Efeito						
Estudo	Amostra (idade)	Métodos/ Grupo (N)	Grupo muscular	Duração Total alongamento	Medida (Intervalo)	Duração do efeito
Power et al.(2004)	12 H (20 – 44)	Estático Controle	Isquiotibiais Quadriceps Triceps Sural	270s	Sentar e alcançar (0,30,60,90 e 120 min)	120 min (16%)
Ford e Mc Chesney (2007)	32 (18H) (19±5,1)	FNP Estático Controle	Isquiotibiais	72s 90s	Inclinômetro (0,3,7,12,18 e 25 min)	25 min FNP = 113% Estático = 114,1%
De Weijer et al. (2003)	56 (28H) (18,8±1)	Estático Controle	Isquiotibiais	90s	Flexômetro CCI=0,95 (0,15,60min, 4 e 24horas)	24 horas Estático= 7,7°



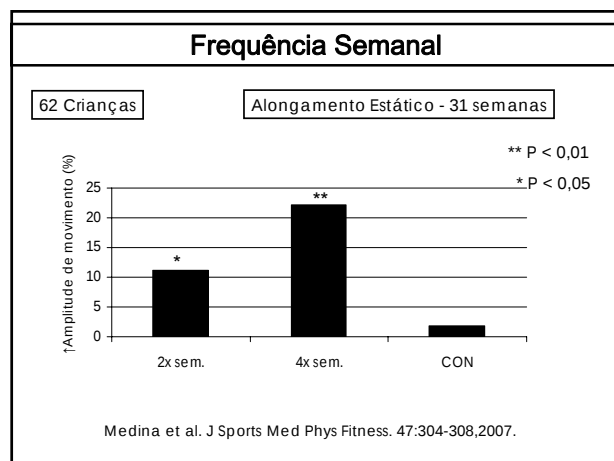
Manipulação de Variáveis e os Efeitos Crônicos Sobre a Flexibilidade

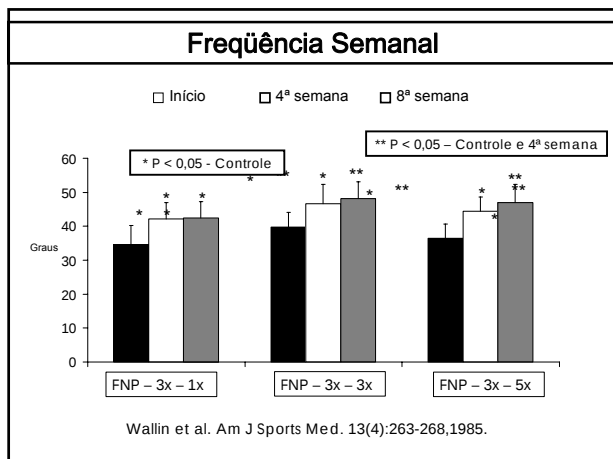
Comparação Entre Técnicas de Alongamento						
Estudo	Amostra (idade)	Métodos (N)	Grupo muscular	Frequência Duração	Medida	Resultado
Maheeu et al. (2007)	81 (37H) (?)	Estático Balístico	Triceps Sural	5 x sem 6 semanas	Goniômetro ?	EST = BAL
Davis et al. (2005)	19 M (23,1 ± 1,5)	Estático FNP-CR	Isquiotibiais	3 x sem 4 semanas	Inclinômetro ?	EST = FNP EST = 118,6% FNP = 115,4%
Worrell et al. (2003)	19 (10 H) (19,7±1,4)	Estático FNP-CRAC	Isquiotibiais	5 x sem 3 semanas	Inclinômetro ICC = 0,93 ETM = 2,91°	EST = FNP EST = 121,3% FNP = 125,7%
Hardy e Jones (1986)	24 M (18 – 22)	FNP-CRAC Balístico	Isquiotibiais	1 semana	Fotografia r = 0,92	FNP = BAL FNP = 19,1% BAL = 19,9%

Comparação Entre Técnicas de Alongamento						
Estudo	Amostra (idade)	Métodos (N)	Grupo muscular	Frequência Duração	Medida	Resultado
Bandy et al. (1998)	58 (41H) (26,2 ± 5,5)	Estático Dinâmico	Isquiotibiais	5 x sem 6 semanas	Goniômetro ICC = 0,98	EST > DIN EST = ↑27,3% DIN = ↑10,6%
Sady et al. (1982)	43 H (22,9 ± 3,3)	Estático FNP-CR Balístico	Isquiotibiais	3 x sem 4 semanas	Inclinômetro ?	FNP > EST =BAL
Wallin et al. (1985)	41 (?H e ?M)	FNP Balístico	Isquiotibiais Adutores Flexores plantares	3 x sem 4 semanas	Goniômetro	FNP > BAL

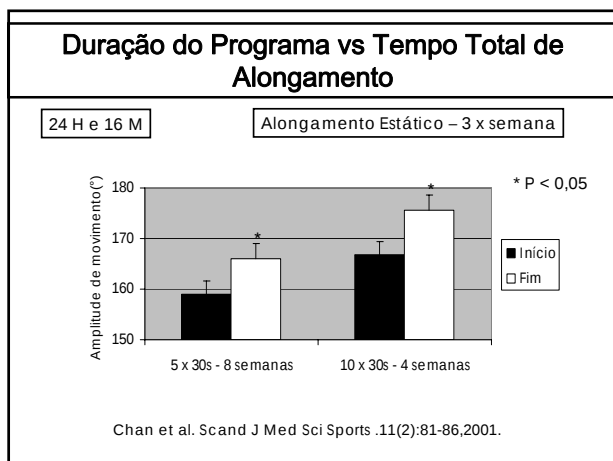


Frequência Semanal						
Estudo	Amostra (idade)	Métodos (N)	Grupo muscular	Frequência Duração	Medida	Resultado
Maheeu et al. (2007)	81 (37H) (?)	Estático Balístico	Tríceps Sural	5 x sem 6 semanas	Goniômetro ?	EST = BAL
Davis et al. (2005)	19 M (23,1 ± 1,5)	Estático FNP-CR	Isquiotibiais	3 x sem 4 semanas	Inclinômetro ?	EST = FNP EST = ↑18,6% FNP = ↑15,4%
Worrell et al. (2003)	19 (10 H) (19,7±1,4)	Estático FNP-CRAC	Isquiotibiais	5 x sem 3 semanas	Inclinômetro ICC = 0,93 ETM = 2,91°	EST = FNP EST = ↑21,3% FNP = ↑25,7%
Hardy e Jones (1986)	24 M (18 - 22)	FNP-CRAC Balístico	Isquiotibiais	5 x sem 1 semana	Fotografia r = 0,92	FNP = BAL FNP = ↑9,1% BAL = ↑9,9%





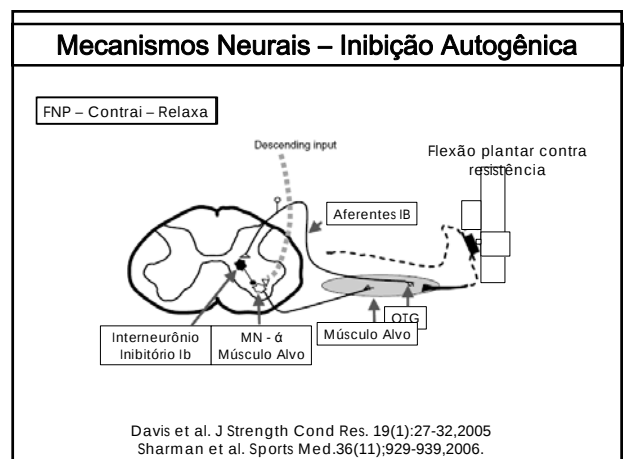
Duração do Programa						
Estudo	Amostra (idade)	Métodos (N)	Grupo muscular	Frequência Duração	Medida	Resultado
Maheeu et al. (2007)	81 (37H) (?)	Estático Balístico	Tríceps Sural	5 x sem 6 semanas	Goniômetro ?	EST = BAL
Davis et al. (2005)	19 M (23,1 ± 1,5)	Estático FNP-CR	Isquiotibiais	3 x sem 4 semanas	Inclinômetro ?	EST = FNP FNP = 18,6% FNP = 15,4%
Worrell et al. (2003)	19 (10 H) (19,7 ± 1,4)	Estático FNP-CRAC	Isquiotibiais	5 x sem 3 semanas	Inclinômetro ICC = 0,93 ETM = 2,91°	EST = FNP EST = 21,3% FNP = 25,7%
Hardy e Jones (1986)	24 M (18 - 22)	FNP-CRAC Balístico	Isquiotibiais	5 x sem. 1 semana	Fotografia r = 0,92	FNP = BAL FNP = 19,1% BAL = 19,9%



Conclusões Parciais – Efeitos Crônicos

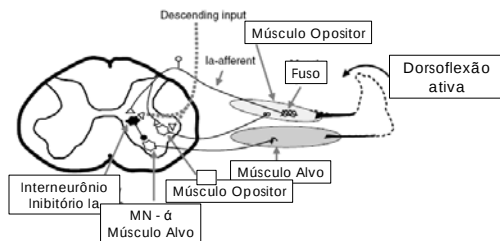
Técnicas de Alongamento
Intensidade
Duração do Alongamento
Número de séries - Fracionamento
Duração e Frequência semanal

Mecanismos Fisiológicos Associados aos Efeitos Agudos e Crônicos do Alongamento



Efeitos Neurais – Inibição Recíproca

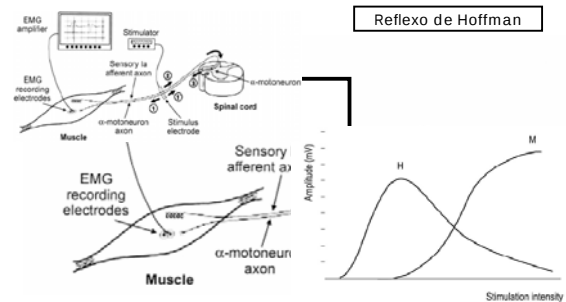
FNP – Agonista Contral



Sharman et al. Sports Med.36(11):929-939,2006.

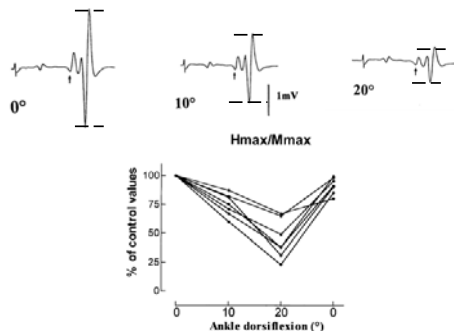
Reflexo de Hoffman

Reflexo de Hoffman



Voerman et al. Disability and Rehabilitation, 2005; 27(1/2):33-68.

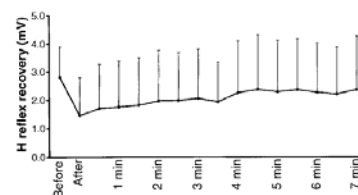
Mecanismos Neurais



Guissard et al. Exp Brain Res.137:163-169,2001.

Mecanismos Neurais

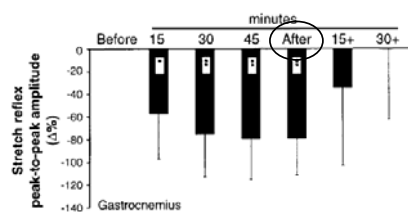
Reflexo de Hoffman



Avela et al. J Appl Physiol. 86(4):1283-1291,1999.

Mecanismos Neurais

*P < 0,05, **P < 0,01



Avela et al. J Appl Physiol. 86(4):1283-1291,1999.

Mecanismos Neurais

Inibição Pré sináptica

Redução na atividade das fibras aferentes Ia

Redução na sensibilidade do fuso Muscular

Inibição Pós sináptica

Inibição Autogênica via OTG

Inibição Recorrente via Células de Renshaw

Guissard et al. Exp Brain Res.137:163-169,2001.

Mecanismos Estruturais – Efeito Agudo e Crônico

Alterações nas Propriedades Viscoelásticas da UMT

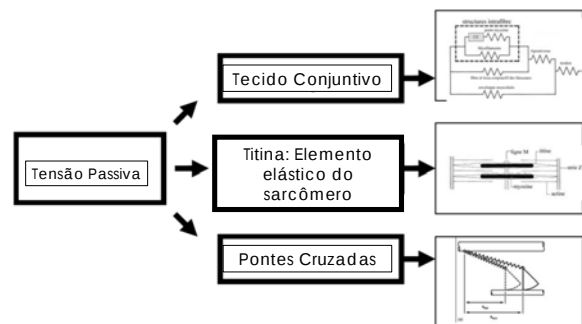


Diminuição da Tensão passiva



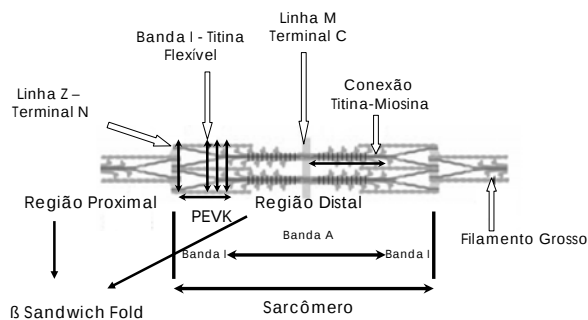
Aumento na complacência muscular

Mecanismos Estruturais



Proske e Morgan. J Muscle Res Cell Motility. 5(6):433-442,1999.

Titina e Produção de Tensão passiva

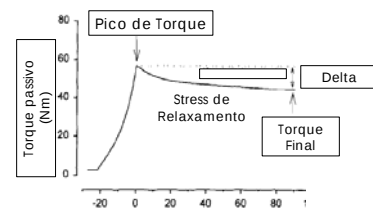


Tskhovrebova & Trinick. J Biol Chem 279: 46351–46354, 2004

Titina e Stress de Relaxamento

Unfolding of Titin Domains Explains the Viscoelastic Behavior of Skeletal Myofibrils

Biophysical Journal Volume 80 March 2001 1442-1451



Qual o Efeito da Rotina de Treinamento da Flexibilidade Sobre a Titina ?

ORIGINAL ARTICLE

Jeffrey M. McBride · Travis Triplett-McBride
Allan J. Davie · Peter J. Abernethy · Robert U. Newton

Characteristics of titin in strength and power athletes

Eur J Appl Physiol (2003) 88: 553–557

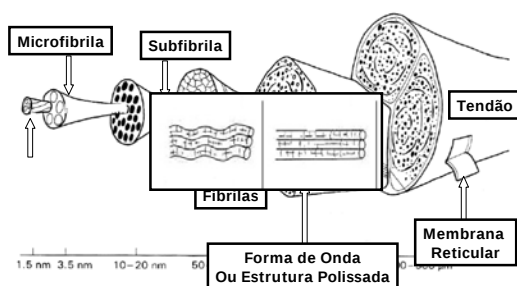
Journal of Strength and Conditioning Research, 2003, 17(4), 645–651

© 2003 National Strength & Conditioning Association

Effect of Explosive Resistance Training on Titin and Myosin Heavy Chain Isoforms in Trained Subjects

MICHAEL R. MCGUIGAN,¹ MATTHEW J. SHARMAN,²
ROBERT U. NEWTON,³ ALAN J. DAVIE,⁴ ARON J. MURPHY,⁵
AND JEFFREY M. MCBRIDE¹

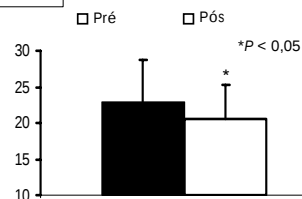
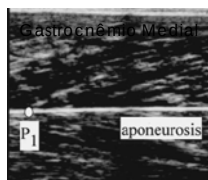
Tecido Conjuntivo



Kjaer, Physiol Rev 84: 649-698, 2004.

Efeitos Agudos do Alongamento sobre o Tendão

Após 10 min de alongamento...

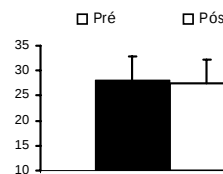
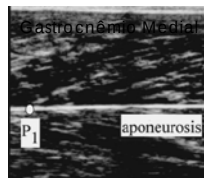


Redução na viscosidade e Aumento na elasticidade do Tendão

Kubo et al. J Appl Physiol 90: 520-527, 2001.

Efeitos Crônicos do Alongamento sobre o Tendão

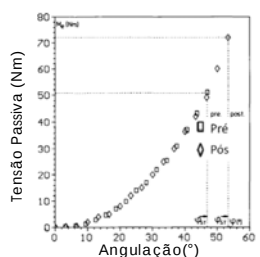
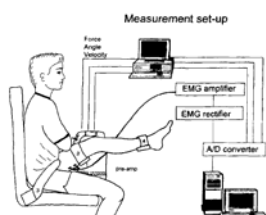
Após 3 semanas de Alongamento estático...



Redução na viscosidade e nenhuma alteração na elasticidade do Tendão

Kubo et al. J Appl Physiol 92: 595-601, 2002.

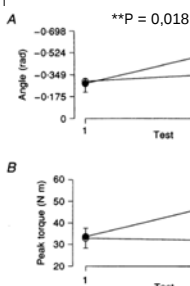
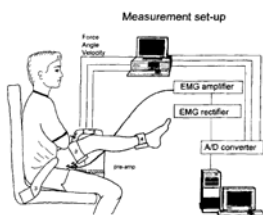
Maior Tolerância ao Alongamento – Efeito Agudo



Halbertsma et al. Arch Phys Med Rehabil 77:688-692,1996.

Maior Tolerância ao Alongamento – Efeito Crônico

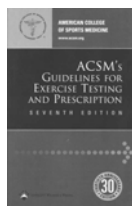
Após 3 semanas alongamento...



Magnusson et al. J Physiol, 497(1):291-298,1996.

Recomendações de Prescrição

- ❑ Grandes grupamentos musculares
- ❑ Estático (15 a 30 s)
- ❑ Limite de amplitude articular (sem desconforto)
- ❑ 2 a 4 séries
- ❑ 2 a 3 x semana



ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (2006). Lippincott Williams & Wilkins: Baltimore.



Obrigado!