



Lesão dos Hamstrings


Intervenção e RTP em Atletas de Futebol Profissional



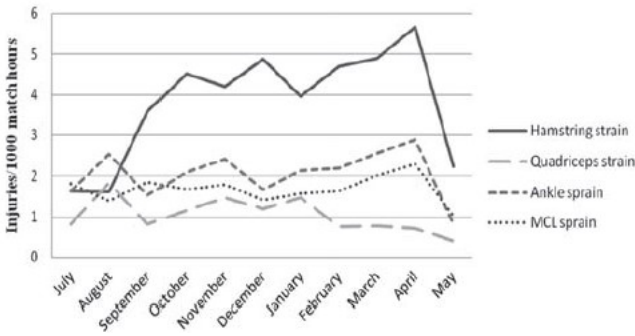
Telmo Firmino
Fisioterapeuta Coordenador Sport Lisboa e Benfica
Professor Assistente Escola Superior de Saúde do Alcoitão
Doutorando Laboratório Comportamento Motor - FMH

tfirmino@slbenfica.pt
<http://essa.pt>
<http://www.fmh.ulisboa.pt/labcmotor/>






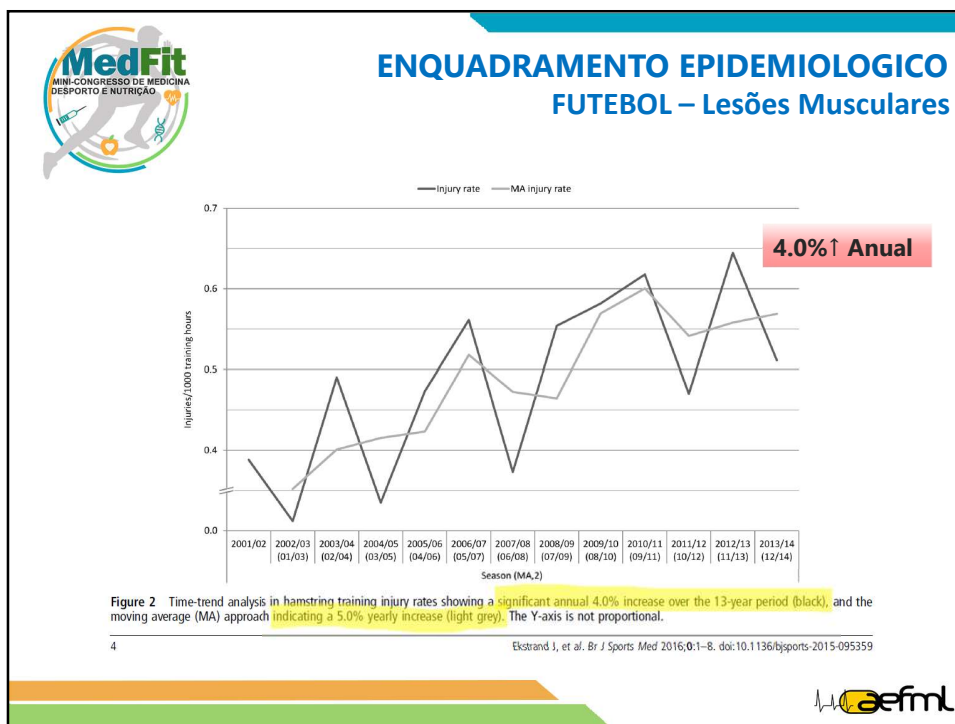
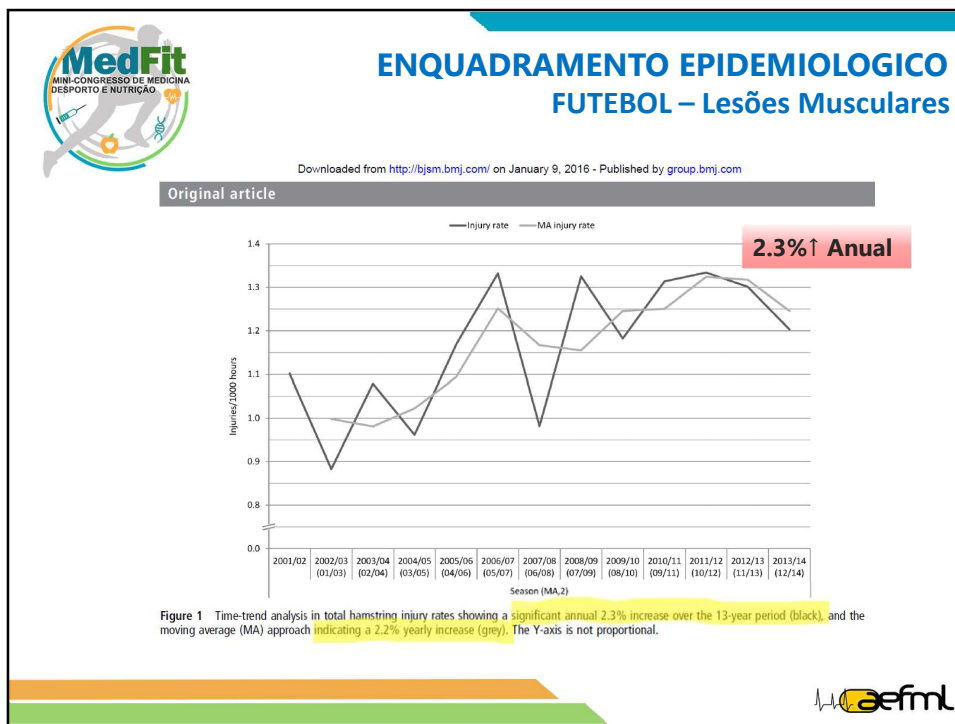
ENQUADRAMENTO EPIDEMIOLOGICO FUTEBOL – Lesões Musculares




Month	Hamstring strain	Quadriceps strain	Ankle sprain	MCL sprain
July	1.5	1.5	1.5	1.5
August	1.5	1.5	1.5	1.5
September	3.5	1.5	1.5	1.5
October	4.5	1.5	1.5	1.5
November	4.5	1.5	1.5	1.5
December	4.5	1.5	1.5	1.5
January	4.0	1.5	1.5	1.5
February	4.5	1.5	1.5	1.5
March	4.5	1.5	1.5	1.5
April	5.5	1.5	1.5	1.5
May	1.5	1.5	1.5	1.5

A lesão dos **Hamstrings** é a mais comum e aumenta durante a época competitiva!



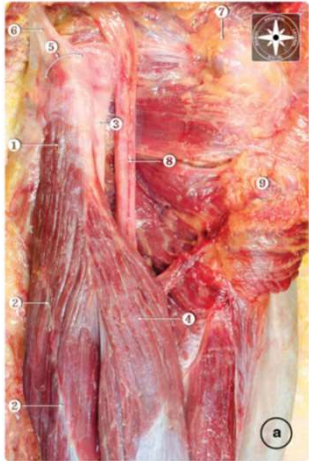




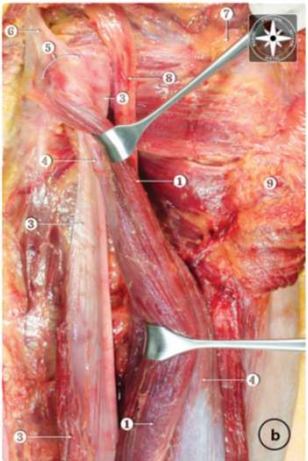
ENQUADRAMENTO ANATOMO FISIOLÓGICO

Músculos envolvidos

1. Semitendinoso 2. CP do Bicipete Femoral 3. Semimembranoso 4. LP do Bicipete Femoral





(a)



(b)

(Van der Made et al.; 2013)





ENQUADRAMENTO ANATOMO FISIOLÓGICO

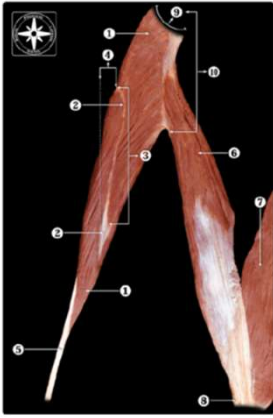
Músculos envolvidos

1. Semitendinoso 7. CP do Bicipete Femoral 2. Semimembranoso 6. LP do Bicipete Femoral


Muscle	SM (cm)	ST (cm)	BF (cm)
Muscle length	38.7	44.3	42.0
Total tendon length	24.3	24.9	26.2
Free tendon length	5.5	13.2	9.1

SM: 38.7 cm, ST: 44.3 cm, BF: 42.0 cm
 raphé: 9.0 cm

--- Muscle length
 - - - Total tendon length
 - - - - Free tendon length



(Van der Made et al.; 2013)





AVALIAÇÃO DA LESÃO

Mecanismo de Lesão

1. Lesão por Alongamento:

- Durante movimentos combinados de flexão da anca e extensão do joelho;
- Lesões mais comuns na **JMT proximal do SM** ou no seu tendão;
- Tempo de recuperação médio de **50 dias** (30-76);
- Diminuição força nos testes resistidos **flexão do joelho (20%)** e **SLR (20%)**.

2. Lesão por Sprint:

- Durante a corrida (final da fase oscilante);
- Tipicamente envolvendo a **LPBF**;
- Tempo de recuperação médio de **16 dias** (6-50);
- Diminuição força nos testes resistidos de **flexão do joelho (60%)** e **SLR (40%)**.



AVALIAÇÃO DA LESÃO

Mecanismo de Lesão



O **mecanismo e o momento** em que a lesão ocorre irá ajudar a identificar a **estrutura lesada**.



MedFit
MINI-CONGRESSO DE MEDICINA
DESPORTO E NUTRIÇÃO

AVALIAÇÃO DA LESÃO
Mecanismo de Lesão



80:04 SLB 3-0 BOA

TV 1 DIRECTO

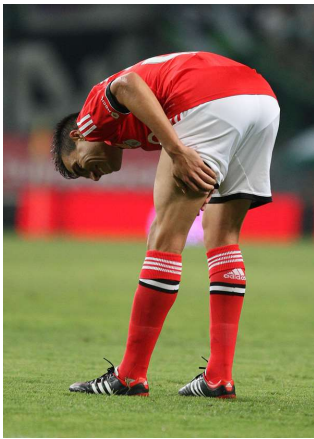
afml

MedFit
MINI-CONGRESSO DE MEDICINA
DESPORTO E NUTRIÇÃO

AVALIAÇÃO DA LESÃO

Exame Subjetivo

- Descrição detalhada do mecanismo de lesão;
- Localização da área/ponto de dor;
- Auto descrição das limitações funcionais;
- História prévia de lesão nos *Hamstrings*;
- Expectativa do atleta sobre a lesão e tempo de RTP.



afml




AVALIAÇÃO DA LESÃO

Exame Objetivo

- Observação;
- Teste de extensão ativa/passiva do joelho;
- Teste de flexão do tronco;
- SLR;
- Slump Test;
- Testes resistidos;
- Take off shoe test;
- Palpação;

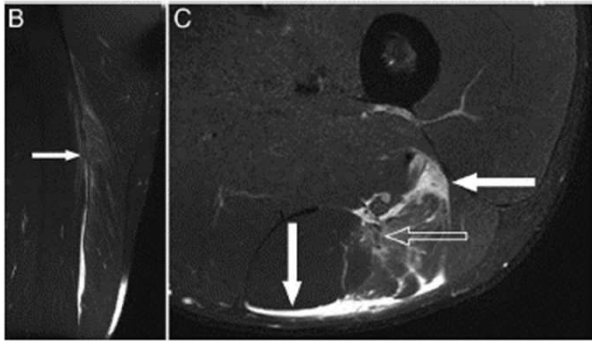






AVALIAÇÃO DA LESÃO


Exame Imagiológico - RM

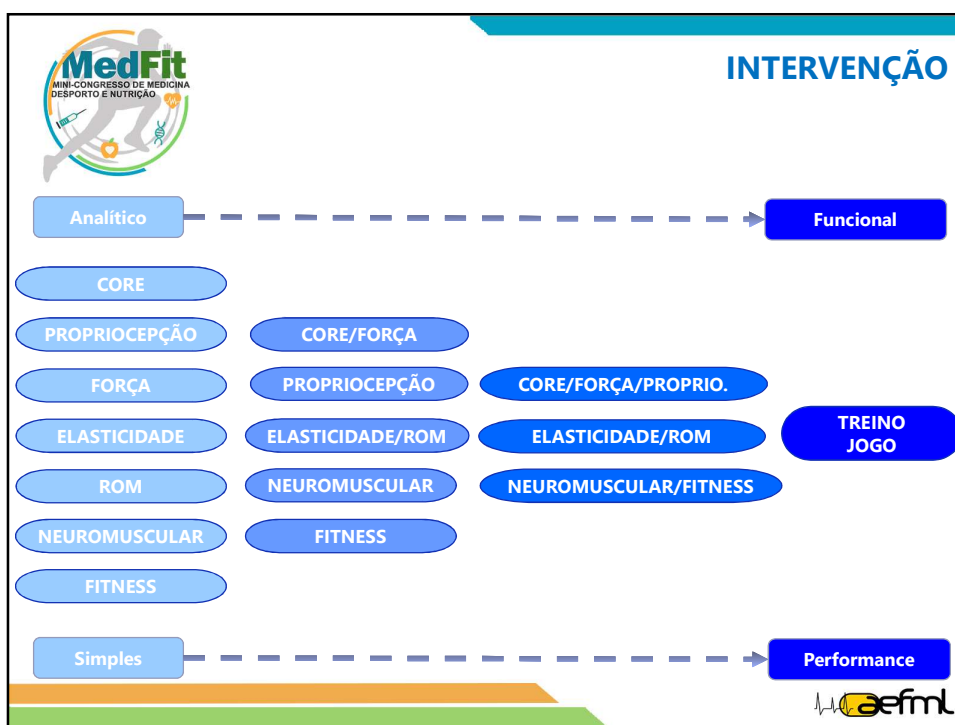
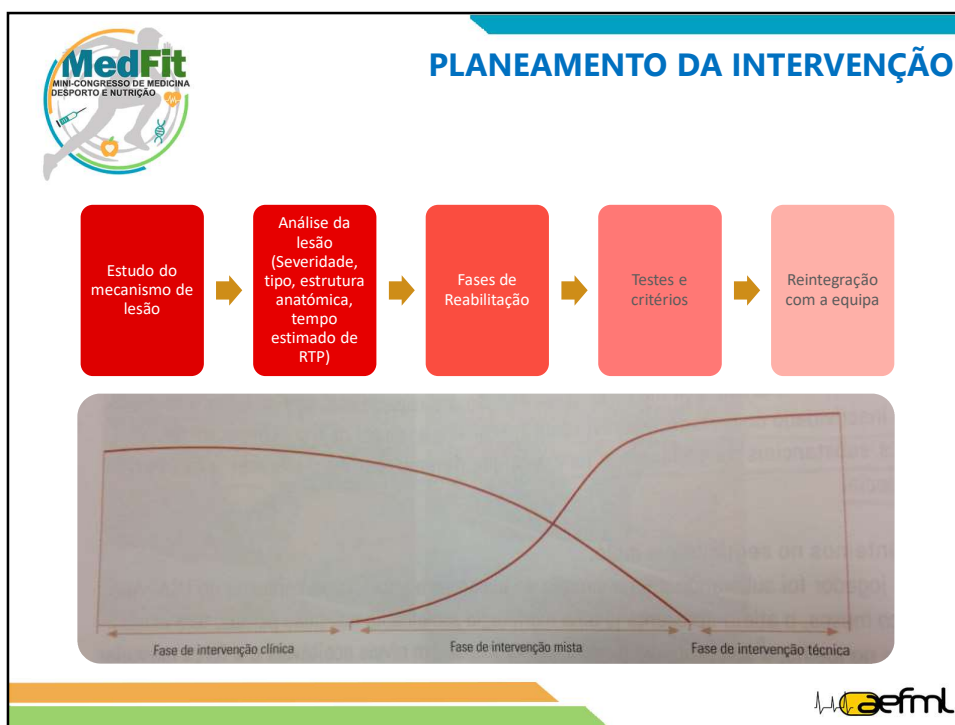


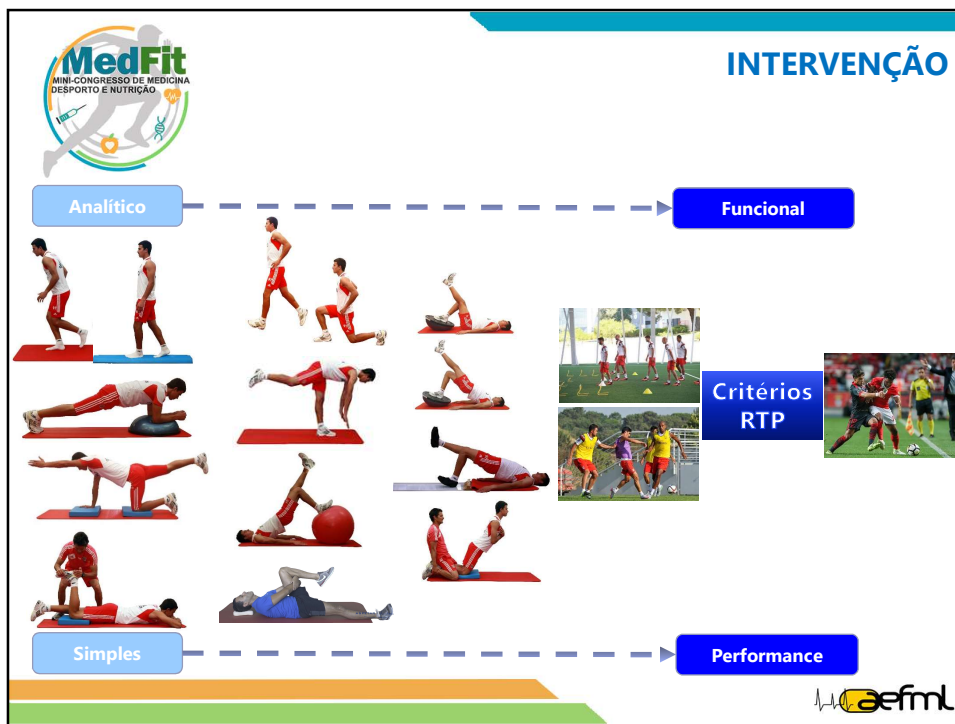
Brukner P, Cornell D. *Br J Sports Med* 2015;0:1-5. doi:10.1136/bjsports-2015-095136

(B) Coronal fat-saturated sequence of a 19-year-old footballer with sudden hamstring failure when running, demonstrates failure of the proximal intramuscular tendon rachis (arrow) with tendon strands unravelling. However, given that the tendon remained broadly contiguous (with no tendon gap), the athlete was treated in a conservative manner with return to competition 6 weeks later.

(C) Axial fat-suppressed image demonstrates longitudinal delamination and splitting of the biceps femoris intramuscular tendon (open arrow). However, no gap is seen. Note haemorrhage surrounding the muscle (solid arrows).









Fase	Intervenção	Objectivo	Indicações	Teste
1 (2-3 dias)	RICE; Ligadura Funcional; Meios Físicos (US+LASER+SIS+electroterapia);	Controle da resposta inflamatória; Prevenir o agravamento da lesão; Promover a reparação tecidual;	Manter trabalho no membro superior; Exercícios de Core;	RM 24-48h Ecografia 48-72h Intensidade da Dor (EVA)
2				
3				
4				
5				

The table outlines a 5-phase rehabilitation protocol. Phase 1 (days 2-3) focuses on RICE, functional taping, and physical modalities (US, LASER, SIS, electrotherapy). Objectives include controlling inflammation, preventing lesion aggravation, and promoting tissue repair. Indications are maintaining upper limb work and core exercises. Tests include RM (24-48h), Ecography (48-72h), and Pain Intensity (EVA). Phases 2-5 are currently blank.

Fase	Intervenção	Objectivo	Indicações	Teste
1 (2-3 dias)	RICE; Ligadura Funcional; Meios Físicos (US+LASER+SIS+electroterapia);	Controle da resposta inflamatória; Prevenir o agravamento da lesão; Promover a reparação tecidual;	Manter trabalho no membro superior; Exercícios de Core;	RM 24-48h Ecografia 48-72h Intensidade da Dor (EVA)
2	Exercícios progressivos de força e estabilidade do tronco Prevenção de outros indicadores de lesão	Movimento precoce (sem dor); Coordenação entre os músculos lombo-pelvícos;	Aeróbio Geral Movimentos laterais e oblíquos; Ligeiros excêntricos manuais; Core; Adutores; Glúteos; Escapulas; Quadríceps; Isometria longas Exercícios dinâmicos de baixa intensidades	Intensidade da Dor Dinamómetro portátil
3				
4				
5				



Fase	Intervenção	Objectivo	Indicações	Teste
1 (2-3 dias)	RICE; Ligadura Funcional; Meios Físicos (US+LASER+SIS+electroterapia);	Controle da resposta inflamatória; Prevenir o agravamento da lesão; Promover a reparação tecidual;	Manter trabalho no membro superior; Exercícios de Core;	RM 24-48h Ecografia 48-72h Intensidade da Dor (EVA)
2	Exercícios progressivos de força e estabilidade do tronco Prevenção de outros indicadores de lesão	Movimento precoce (sem dor); Coordenação entre os músculos lombo-pelvícos;	Aeróbio Geral Movimentos laterais e oblíquos; Ligeiros excêntricos manuais; Core; Adutores; Glúteos; Escapulas; Quadríceps; Isometria longas Exercícios dinâmicos de baixa intensidades	Intensidade da Dor Dinamómetro portátil
3	Corrida; Fortalecimento excêntrico dos hamstrings; Exercícios estabilidade Lombo-pélvica; Fase Geral de Trabalho de Campo; Prevenção de indicadores de lesão;	Corrigir assimetria; Corrigir ratio I/Q; (ambos os membros)	Aeróbico V1-V2; Lunge; Nordic hamstrings auxiliados; Squat; Ligeiros pliométricos (baixo impacto); Bola ligeira; Progressivos submáximos	Dinamómetro portátil (cada 2 dias)
4				
5				



Fase	Intervenção	Objectivo	Indicações	Teste
1 (2-3 dias)	RICE; Ligadura Funcional; Meios Físicos (US+LASER+SIS+electroterapia);	Controle da resposta inflamatória; Prevenir o agravamento da lesão; Promover a reparação tecidual;	Manter trabalho no membro superior; Exercícios de Core;	RM 24-48h Ecografia 48-72h Intensidade da Dor (EVA)
2	Exercícios progressivos de força e estabilidade do tronco Prevenção de outros indicadores de lesão	Movimento precoce (sem dor); Coordenação entre os músculos lombo-pelvicos;	Aeróbio Geral Movimentos laterais e oblíquos; Ligeiros excêntricos manuais; Core; Adutores; Glúteos; Escapulas; Quadríceps; Isometria longas Exercícios dinâmicos de baixa intensidades	Intensidade da Dor Dinamómetro portátil
3	Corrida; Fortalecimento excêntrico dos hamstrings; Exercícios estabilidade Lombo-pélvica; Fase Geral de Trabalho de Campo; Prevenção de indicadores de lesão;	Corrigir assimetria; Corrigir ratio I/Q; (ambos os membros)	Aeróbio V1-V2; Lunge; Nordic hamstrings auxiliados; Squat; Ligeiros pliométricos (baixo impacto); Bola ligeira; Progressivos submáximos	Dinamómetro portátil (cada 2 dias)
4	Fortalecimento excêntrico dos Hamstrings; Fase Especifica de Trabalho de Campo Movimentos Explosivos Fortalecimento dos Glúteos; Prevenção de indicadores de lesão;	Corrigir assimetria; Corrigir ratio I/Q;	Hamstrings nórdicos / Deadlift unilateral / Ultra-Slide Acelerar e desacelerar; Progressões; Glúteos; Pliometria	Isocinetico Isquio (Ratio > 0,6) Funcional (especifico de posição) Parametro de GPS
5				



Fase	Intervenção	Objectivo	Indicações	Teste
1 (2-3 dias)	RICE; Ligadura Funcional; Meios Físicos (US+LASER+SIS+electroterapia);	Controle da resposta inflamatória; Prevenir o agravamento da lesão; Promover a reparação tecidual;	Manter trabalho no membro superior; Exercícios de Core;	RM 24-48h Ecografia 48-72h Intensidade da Dor (EVA)
2	Exercícios progressivos de força e estabilidade do tronco Prevenção de outros indicadores de lesão	Movimento precoce (sem dor); Coordenação entre os músculos lombo-pelvicos;	Aeróbio Geral Movimentos laterais e oblíquos; Ligeiros excêntricos manuais; Core; Adutores; Glúteos; Escapulas; Quadríceps; Isometria longas Exercícios dinâmicos de baixa intensidades	Intensidade da Dor Dinamómetro portátil
3	Corrida; Fortalecimento excêntrico dos hamstrings; Exercícios estabilidade Lombo-pélvica; Fase Geral de Trabalho de Campo; Prevenção de indicadores de lesão;	Corrigir assimetria; Corrigir ratio I/Q; (ambos os membros)	Aeróbio V1-V2; Lunge; Nordic hamstrings auxiliados; Squat; Ligeiros pliométricos (baixo impacto); Bola ligeira; Progressivos submáximos	Dinamómetro portátil (cada 2 dias)
4	Fortalecimento excêntrico dos Hamstrings; Fase Especifica de Trabalho de Campo Movimentos Explosivos Fortalecimento dos Glúteos; Prevenção de indicadores de lesão;	Corrigir assimetria; Corrigir ratio I/Q;	Hamstrings nórdicos / Deadlift unilateral / Ultra-Slide Acelerar e desacelerar; Progressões; Glúteos; Pliometria	Isocinetico Isquio (Ratio > 0,6) Funcional (especifico de posição) Parametro de GPS
5	Incorporação Treino/Jogo	Manter trabalho de força; Controlo e monitorização do processo individual de treino;	Manutenção/Reajustamento do trabalho de força excêntrica; GPS (Controlo de treino); Análise CK; RPE (análise subjetiva do atleta); Incorporação treino e jogo; (Intensidade de Exercício / treino, de jogo; tempo exposto ao treino e jogo);	Critérios de RTP (Jogo)



INTERVENÇÃO



INTERVENÇÃO




MedFit
MINI-CONGRESSO DE MEDICINA
DESPORTO E NUTRIÇÃO




INTERVENÇÃO



MedFit
MINI-CONGRESSO DE MEDICINA
DESPORTO E NUTRIÇÃO



INTERVENÇÃO




MedFit
MINI-CONGRESSO DE MEDICINA
DESPORTO E NUTRIÇÃO




INTERVENÇÃO



MedFit
MINI-CONGRESSO DE MEDICINA
DESPORTO E NUTRIÇÃO



INTERVENÇÃO





INTERVENÇÃO



INTERVENÇÃO





MedFit
MINI-CONGRESSO DE MEDICINA
DESPORTO E NUTRIÇÃO


Crterios de RTP

INTERVENÇÃO

- 1 microciclo de treino sem limitações;









MedFit
MINI-CONGRESSO DE MEDICINA
DESPORTO E NUTRIÇÃO

INTERVENÇÃO

Figure 1 A graphical representation of the high-speed running loads of a rugby league player who after a week of acute:chronic workload ratio of 1.6 suffered a hamstring injury and then subsequently in the rehabilitation phase experienced an acute:chronic workload ratio of 1.9 which led to reinjury.



Training week	High-speed running (acute:chronic workload ratio)
12	1.2
13	1.1
14	1.4
15	1.6
16	1.2
17	1.1
18	1.9
19	1.4
20	1.6
21	1.3





INTERVENÇÃO

Table 3 The injury likelihood using the equation derived from studies on three different sports (figure 2) comparing different scenarios of acute and chronic workload

Chronic workload	110	4.7	4.1	3.6	3.4	3.2	3.3	3.5
(% of normal average)	100	4.3	3.7	3.4	3.3	3.3	3.6	4.0
	90	3.9	3.5	3.3	3.3	3.6	4.2	4.9
	80	3.5	3.3	3.3	3.7	4.3	5.3	6.6
	70	3.3	3.3	3.7	4.6	5.8	7.5	9.5
	60	3.3	3.8	4.9	6.6	8.8	11.6	14.9
	50	4.0	5.5	7.9	11.0	14.9	19.6	25.1
	40	6.6	10.1	14.9	20.9	28.2	36.7	46.5
	30	14.9	23.2	33.7	46.5	61.4	78.6	98.0
		60	70	80	90	100	110	120
		Acute workload (% of normal average)						

For example, if an athlete returned to sport and had a normal 100% loading week (acute workload) but if over the past 4 weeks due to the rehabilitation of their injury had only averaged 40% of their normal load (chronic workload), we could expect the likelihood of suffering an injury in the following week to be 28%.



INTERVENÇÃO

Crítérios de RTP

- 1 microciclo de treino sem limitações;
- Ausência de dor/desconforto/medo na atividade;





Critérios de RTP

- 1 microciclo de treino sem limitações;
- Ausência de dor/desconforto/medo na atividade;
- Nível de força (concêntrico/excêntrico);

INTERVENÇÃO Critérios de RTP

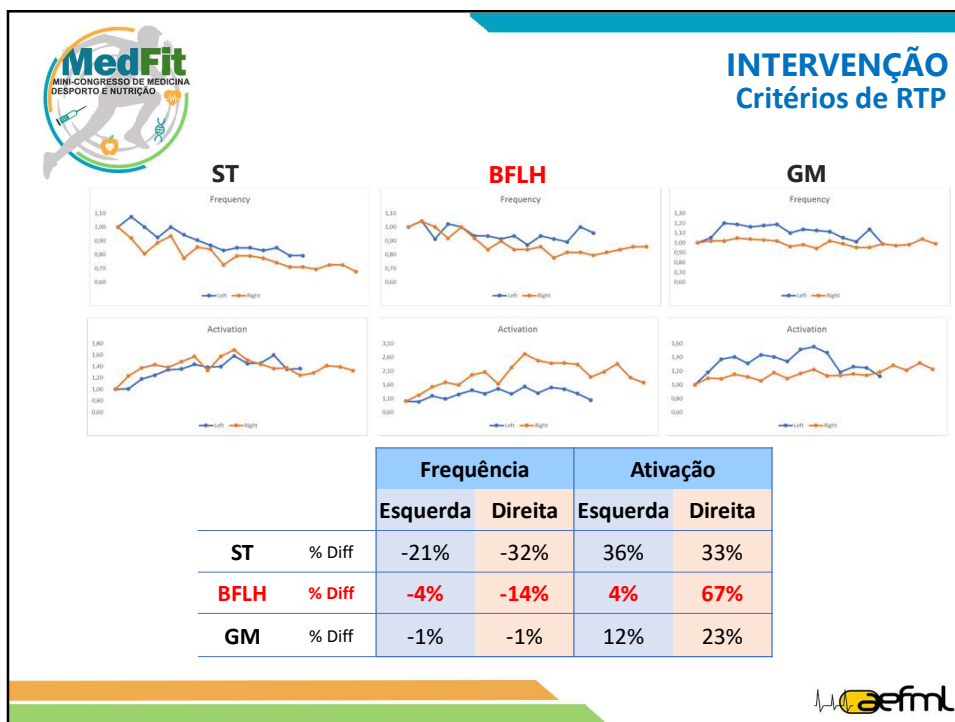


- 1 microciclo de treino sem limitações;
- Ausência de dor/desconforto/medo na atividade;
- Nível de força (concêntrico/excêntrico);
- *Single Leg Bridge* (nº Repetições e EMG);



INTERVENÇÃO Critérios de RTP







INTERVENÇÃO Critérios de RTP

- 1 microciclo de treino sem limitações;
- Ausência de dor/desconforto/medo na atividade;
- Nível de força (concêntrico/excêntrico);
- Single Leg Bridge (nº Repetições e EMG);
- Askling H Test;

strong, but tolerable stretch in the hamstring muscle.

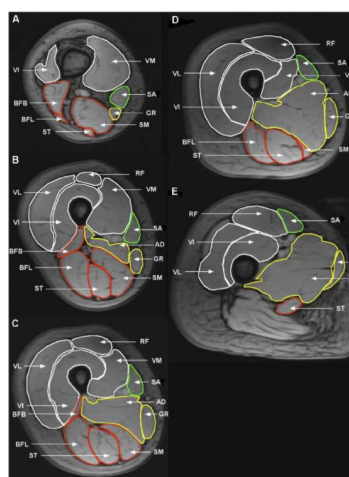


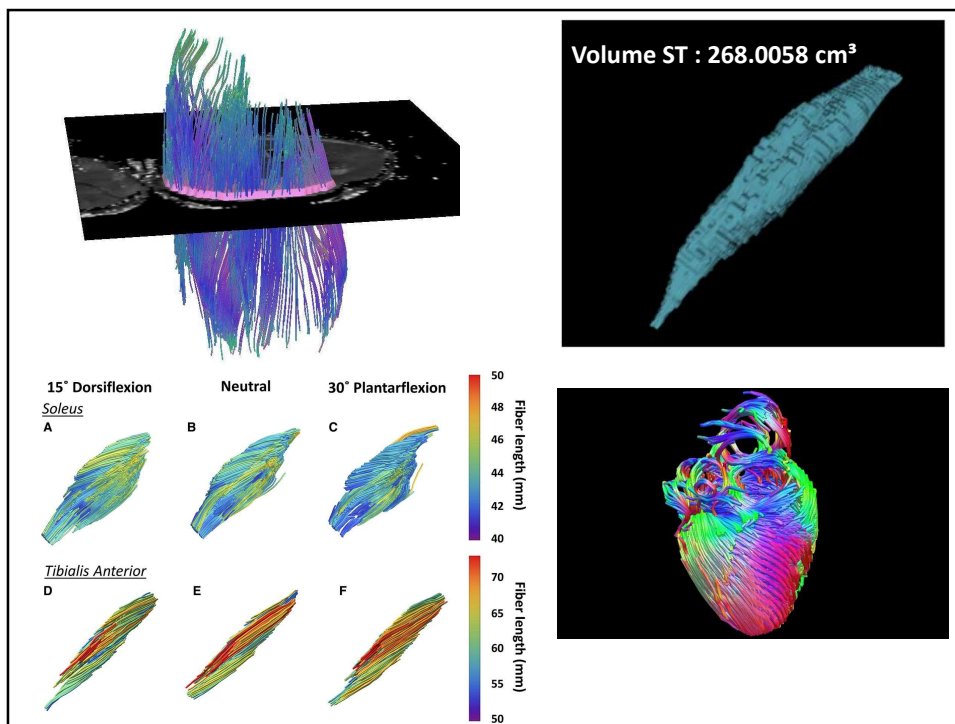
The patient is asked to estimate experience of insecurity and pain on a VAS-scale from 0 to 100.



INTERVENÇÃO Critérios de RTP

- 1 microciclo de treino sem limitações;
- Ausência de dor/desconforto/medo na atividade;
- Nível de força (concêntrico/excêntrico);
- Single Leg Bridge (nº Repetições e EMG);
- Askling H Test;
- Volume muscular (DTI);





INTERVENÇÃO

Critérios de RTP

- 1 microciclo de treino sem limitações;
- Ausência de dor/desconforto/medo na atividade;
- Nível de força (concêntrico/excêntrico);
- Single Leg Bridge (nº Repetições e EMG);
- Askling H Test;
- Volume muscular (DTI);
- ✳ Ressonância Magnética;

89% apresenta alterações à data do RTP

MRI: oedema

Injury Return to play

At RTP: 9 out of 10 have oedema

MRI: fibrosis

Injury Return to play

At RTP: fibrosis in 1 out of 3
→ Not associated with re-injury risk



MINI-CONGRESSO DE MEDICINA DESPORTO E NUTRIÇÃO

RISCO RECIDIVA

Journal of Electromyography and Kinesiology

Review
The role of neuromuscular inhibition in hamstring strain injury recurrence
Jackson J. Fyfe^{a,d}, David A. Opar^{a,b}, Morgan D. Williams^c, Anthony J. Shield^{c,e}

MR observations of long-term musculotendon remodeling following a hamstring strain injury

Amy Silber^a, Bryan C. Holdershill^b, Darryl C. Thoka^a, Timothy Earlight^a, Michael A. Taib^a

Adaptações de longo termo após lesão dos IT (principalmente LPBF)


- ↓ volume da LPBF com hipertrofia da CPBF (5-23 meses após lesão);
- Déficit de força excêntrica, diminuição da atividade EMG (persiste meses ou anos);
- A alteração do ângulo do *Peak Torque (PT)* na flexão (persiste meses ou anos);


↓

Não normalizam com treino regular e competição!

Função Neuromuscular Alterada

A **redução da ativação** dos isquiotibiais poderá ser um **mecanismo protetivo**, complicando o processo de reabilitação.





MINI-CONGRESSO DE MEDICINA DESPORTO E NUTRIÇÃO

Novos Conceitos

Estudos sobre o padrão de atividade dos posteriores

XXVII Isokinetic Medical Group Conference (Camp Nou, Barcelona • 2nd- 3rd- 4th, June, 2018);

“Hamstring Muscles Volume of Elite Football Athletes Assessed Using Magnetic Resonance Imaging”

Introduction

The hamstring muscle group is a common concern to sports science and health professionals, due to the high occurrence of hamstring strain injury (HSI), and to its impact in physical performance. Among others, muscle volume looks to provide relevant practical and clinical information due to its relationship with muscle strength. However, no previous study have reported the volumetric pattern of the individual hamstring muscles in elite football athletes. In non-athletes (1,3), it has been shown that semitendinosus (ST) presents the highest volume, followed by biceps femoris long head (BFh), semitendinosus (ST), and biceps femoris short head (BFsh). This information is relevant from a clinical perspective. A previous study have reported that the volume of the injured muscle is decreased after a HSI. In addition, the specific activity of BFh and ST in football athletes have been suggested to underlie the HSI mechanism (2). Such different activation may chronically alter the volumetric pattern of the hamstring muscles. This study aimed to characterize individual hamstring muscle volume in elite football athletes, based on the hypothesis that the volumetric pattern of the hamstring muscles would be different compared to what is reported in literature.

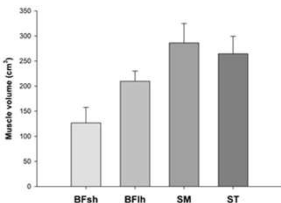
Method:

Ten elite football athletes (26.6±7.0yrs; 75.6±8.9kg; 180.0±8.9cm) were assessed for muscle volume using a MRI machine (Siemens Avanto, 1.5 Tesla, Erlangen, Germany) in the 2017/2018 preseason. Participants were tested prone with the knee extended and hip in neutral position. Transverse scans were performed with 5mm slice in a distance from the ilchial tuberosity until the fibula head. Image processing were performed by an experienced and blinded rater, using the Osiris software (version 4.0; Pixmeo, Geneva, Switzerland) by outlining the cross-sectional area for each slice, in each muscle.

Normal distribution was confirmed with the Shapiro-Wilk test. One-way ANOVA repeated measures was performed to determine where differences existed between the hamstring muscles. Post-hoc was performed with the Bonferroni test. The effect size (Cohen d) was calculated to provide clinical meaningfulness of the muscles differences. The BFh/ST volumetric ratio was also calculated. Significance was set at 0.05.

Results

Individual hamstring muscles volume are shown in figure 1. ST, SM, BFh, and BFsh represented 29.9±3.4%, 32.2±3.2%, 23.8±2.4%, and 14.1±2.7%, respectively, of total hamstring volume (807.1±79.8 cm³). A significant effect was found for the muscle factor (p<0.001). Post-hoc revealed that the SM (126.1±38.5 cm³) showed the greatest volume compared to BFh (129.8±20.2 cm³, d=1.8, p<0.001) and BFsh (126.7±31.2 cm³, d=2.4, p<0.001), but not to ST (264.5±34.9 cm³, d=0.6, p=1.000). In addition, significant differences were found between BFh and SM (p<0.001), ST (d=3.2, p<0.001) and BFh (d=3.2, p<0.001), SM and BFh (p<0.001), ST with BFh (d=1.7, p=0.001). A BFh/ST volumetric ratio of 0.8±0.1 was found.





Muscle	Volume (cm³)
BFsh	~130
BFh	~210
SM	~290
ST	~270

Figure 1. Individual hamstrings muscle volume. Values are shown as mean ± standard deviation.

Conclusions



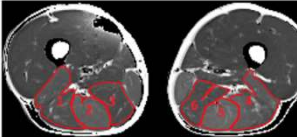
This study found that elite football athletes present a different volumetric hamstring muscles pattern, compared to the previously reported data in healthy and non-athletes people (1,3). ST showed a considerable greater volume (d=3.2) than BFh, which decreased the BFh/ST volume ratio compared to previous studies [i.e. BFh/ST ratio of 0.9-1.08, (1,3)]. We speculate that football specific physical activity may influence the muscle activation in the hamstring muscles (i.e. between BFh and ST), which may lead to different chronic adaptations in terms of hypertrophy. Future research should examine the hamstring volumetric pattern in a larger sample, investigate the cause underlying the different BFh/ST volumetric ratio pattern, and determine the clinical relevance of such difference (e.g. comparing athletes with and without previous HSI).



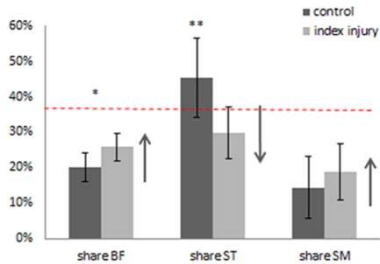


Novos Conceitos

Estudos sobre o padrão de atividade dos posteriores







Muscle individual T2 relaxation / total hamstring T2 relaxation



Muscle	Control (%)	Index Injury (%)
share BF	~20	~25
share ST	~45	~30
share SM	~15	~18

Figure 6. Individual share of each hamstring muscle belly in the total T2 shift for the entire hamstring group (portion of 100%). The share of the biceps femoris (BF) was significantly higher in the index injury group (* $P = .017$), while the share of the semitendinosus (ST) was significantly lower (** $P = .014$). The primary injury risk reached a maximum when the share of the ST was less than 37%. The dotted line indicates the crucial cutoff level of metabolic muscle activity, as from where decreases in relative activity of the ST increase the risk of injury during follow-up (ROC curve outcome measure). SM, semimembranosus.





Novos Conceitos

Estudos sobre o padrão de atividade dos posteriores


European Journal of Applied Physiology
<https://doi.org/10.1007/s00421-018-3967-z>

ORIGINAL ARTICLE

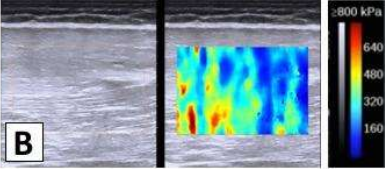
CrossMark

Hamstring stiffness pattern during contraction in healthy individuals: analysis by ultrasound-based shear wave elastography

Bruno Mendes¹ · Telmo Firmino^{1,2,3} · Raul Oliveira⁴ · Tiago Neto^{1,4} · Jorge Infante⁵ · João R. Vaz^{1,5,6} · Sandro R. Freitas^{1,6}



A

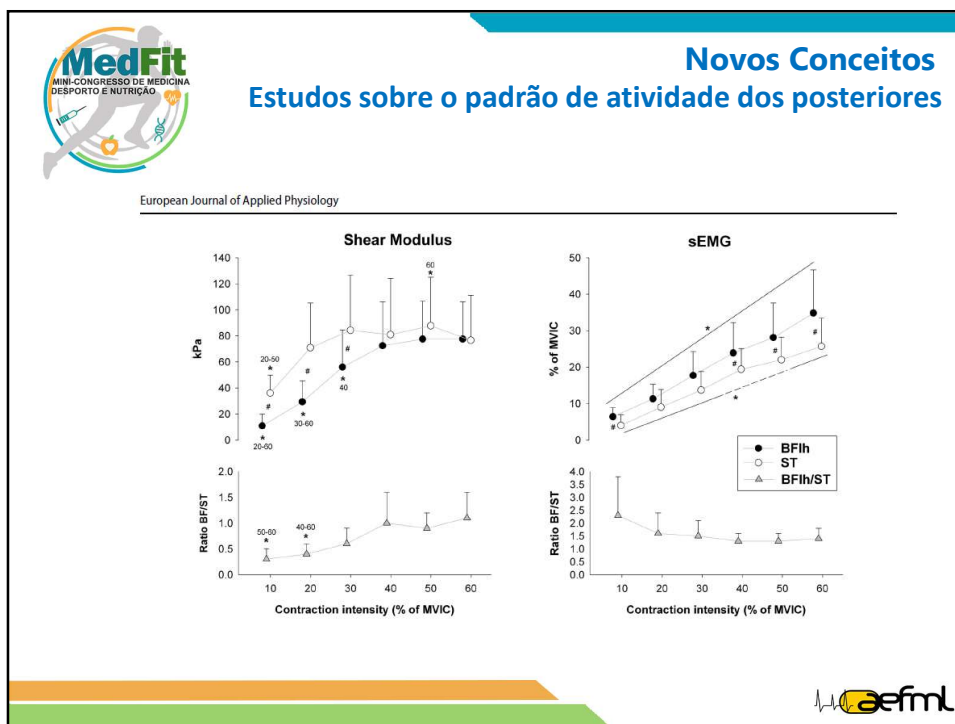
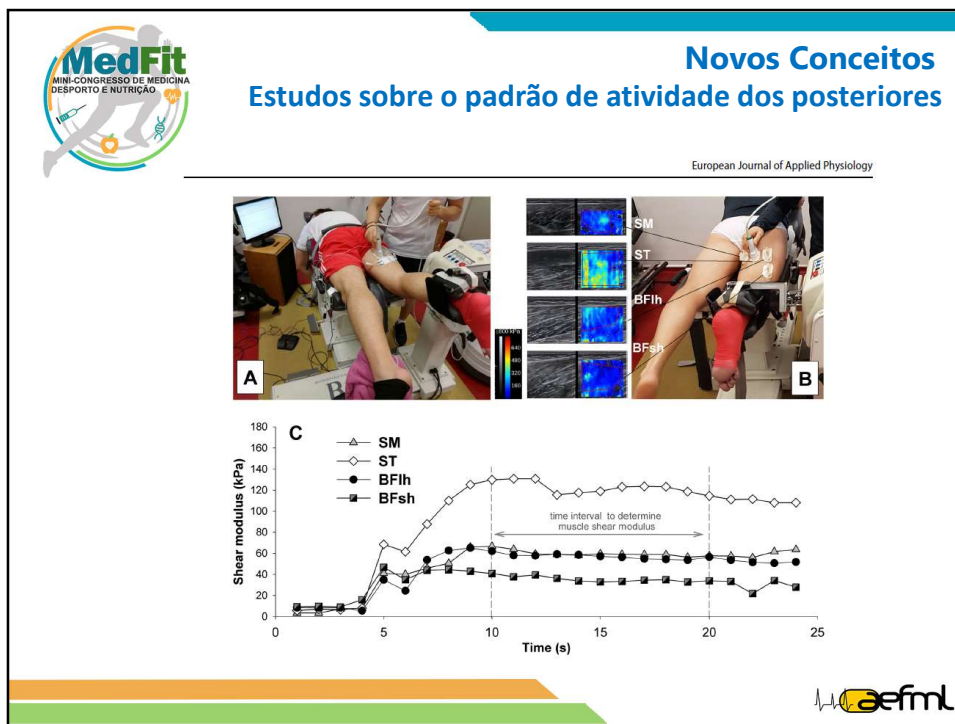




B





C








**Take home message*



**Take home message*

- ① O histórico prévio constitui o principal risco de lesões nos Hamstrings;
- ② A intervenção deve integrar exercícios em cadeia aberta e fechada com mobilidade, estabilidade e fortalecimento (iso/con/exc) principalmente em amplitudes onde o alongamento dos Hamstrings é maior;
- ③ Não existe consenso sobre os critérios de RTP
(embora este seja o ponto crítico!);
- ④ Após o RTP o atleta deve seguir um plano preventivo secundário
(até 1 ano e com monitorização das cargas crónicas/agudas).





Referências Bibliográficas

Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S. and Vagenas, G. **Intrinsic Risk Factors of Non-contact Quadriceps and Hamstring Strains in Soccer: A Prospective Study of 100 Professional Players.** *British Journal of Sports Medicine* (2010), doi: 10.1136/bjmsm.2010.077560.

Häggglund, M., Waldén, M. and Ekstrand, J. **Risk Factors for Lower Extremity Muscle Injury in Professional Soccer: The UEFA Injury Study.** *American Journal of Sports Medicine* (2013), (41), 2, 327-335.

Järvinen, T., Järvinen, M. and Kalimo, H. **Regeneration of Injured Skeletal Muscle after the Injury.** *Muscle, Ligaments and Tendons Journal* (2013), 3, (4), 337-345.

Kumazaki, T., Ehara, Y. and Sakai, T. **Anatomy and Physiology of Hamstring Injury.** *Physiology and Biochemistry* (2012), 33, 950-954.

Perrott, M., Pizzari, T., Opar, M. and Cook, J. **Development of Clinical Rating Criteria for Tests of Lumbopelvic Stability.** *Rehabilitation Research and Practice* (2012), Article ID 803637, 1-7.

Mendes, B., Firmino, T., Oliveira, R., Neto, T., Infante, J., Freitas, S. **Hamstring stiffness pattern during contraction in healthy individuals: analysis by ultrasound-based shear wave elastography.** *European Journal of Applied Physiology* (2018) 118 (11), 2403-2415.

Schmitt, B., Tyler, T. and McHugh, M. **Hamstring Injury Rehabilitation and Prevention of Reinjury using Lengthened State Eccentric Training: A New Concept.** *The International Journal of Sports Physical Therapy* (2012), (7), 3, 333-341.

Tsaklis, P., Malliaropoulos, N., Mendiguchia, J., Korakakis, V., Tsapralis, K., Pyne, D. and Malliaras, P. **Muscle and Intensity based Hamstring Exercise Classification in Elite Female Track and Field Athletes: Implications for Exercise Selection during Rehabilitation.** *Open Access Journal of Sports Medicine* (2015), 6, 209-217.

Van der Made, A., Kerkhoffs, G., Kleipool, R., Engebretsen, L., van Dijk, C. and Golanó, P. **The Hamstring Muscle Complex.** *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* (2015), 23, (7), 2115-2122.