



HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FMUSP
INSTITUTO DE ORTOPEdia & TRAUMATOLOGIA
GRUPO DE MEDICINA DO ESPORTE/ACREDITAÇÃO FIFA/FIMS
LABORATÓRIO DE ESTUDOS DO MOVIMENTO/LIM 41 FMUSP
 “excelência em diagnóstico, fitness e avaliação da performance”



CENTRE FIFA

LEM (33 anos, 1993-2026)

“cara, identidade, referência, história, informação e inovação”



OFICINA DO CONHECIMENTO # LEM

**A TIRANIA DO CENTÍMETRO: POR QUE A MATURAÇÃO BIOLÓGICA DEVE
 SUBSTITUIR A ESTATURA NA SELEÇÃO DE TALENTOS**

Vs.

**FUTEBOL DE PROJETAS vs. CIÊNCIA RAIZ: O FIM DA DITADURA DA ALTURA
 EM FAVOR DA EFICIÊNCIA FISIOLÓGICA**

O termo **"ditadura da altura"** no futebol reflete um viés seletivo que prioriza o vigor físico e a estatura em detrimento do talento técnico e da inteligência tática, especialmente nas categorias de base. Acima de tudo, o futebol é arte e a técnica deve ser soberana. Esse fenômeno ignora que o desenvolvimento biológico não é linear e muitas vezes exclui atletas talentosos de maturação tardia. Tratar o futebol como uma ciência exige substituir o **"olhômetro"** por protocolos de avaliação validados. A verdadeira prospecção de talentos deve focar no potencial fisiológico e técnico, combatendo o preconceito contra aqueles que ainda não atingiram o seu ápice de crescimento. Historicamente, jogadores com centro de gravidade baixo apresentam maior agilidade e controle de bola em espaços reduzidos. A história do futebol está repleta de **"baixinhos"** que redefiniram o esporte, provando que a eficiência mitocondrial e a capacidade de buffer (**tamponamento**) superam a vantagem antropométrica bruta. A ciência do exercício demonstra que o sucesso no futebol moderno depende de métricas mais sofisticadas do que a simples envergadura. Variáveis como a **Economia de Corrida (RE)** e a capacidade de sustentar o esforço no

Ponto de Tamponamento Isocápnico (IBP) são preditores muito mais precisos de longevidade e eficiência em campo. Muitos clubes buscam o **"atleta pronto"**, favorecendo jovens que amadureceram precocemente. Isso cria uma falsa percepção de superioridade, pois esses jogadores dominam fisicamente os seus pares apenas temporariamente. Quando a idade adulta chega e os níveis hormonais e físicos se equalizam, o déficit técnico daqueles que foram selecionados apenas pelo tamanho torna-se evidente. A ditadura do tamanho pode levar a lesão. O jovem futebolista brasileiro Estevam contratado pelo Chelsea FC, em 4 meses ganhou muita força, mas quando chegou na Inglaterra era bem leve, estava voando, pode ser coincidência ou não, ele subiu 10 kg no peso. Sofreu uma lesão de rompimento do tendão e está fora da copa de 2026. Será que esse aumento de peso e de carga não foi suficientemente agressivo ao atleta? Essa é uma análise cirúrgica que faço e que toca no cerne da **Ciência Raiz**. No caso de um atleta jovem como o Estêvão, um aumento de **10 kg de massa em apenas 4 meses** é uma alteração antropométrica brutal, representando cerca de **15% do seu peso corporal** total (considerando que ele era um atleta leve).

Para a fisiologia, esse cenário acende diversos alertas vermelhos sobre a integridade estrutural vs. potência metabólica:

1º Ponto) O Descompasso Muscular-Tendíneo

O tecido muscular (sarcômero) tem uma capacidade de adaptação e hipertrofia muito mais rápida do que o tecido conjuntivo (**tendões e ligamentos**).

- a) Quando se ganha força e massa de forma muito agressiva, o **"motor"** (músculo) passa a gerar uma torque que o **"chassi"** (tendão) ainda não está preparado para suportar.
- b) O rompimento do tendão é o desfecho clássico desse desequilíbrio: a carga tensional excedeu a capacidade de deformação elástica da estrutura.

2º Ponto) Alteração da Biomecânica e Running Economy (RE)

Você mencionou que ele estava "voando" quando estava leve. Isso ocorre porque a sua **Economia de Corrida (RE)** estava otimizada para aquela estrutura.

- a) Ao adicionar 10 kg, o custo de oxigênio para cada movimento aumenta.
- b) Se o aumento de peso não foi acompanhado por um ganho proporcional de potência mitocondrial, o atleta se torna **"pesado"** para o seu próprio sistema

cardiovascular, alterando a mecânica da passada e sobrecarregando os pontos de inserção tendínea.

3º Ponto) A "Ditadura do Vigor" e o Erro Seletivo

Muitas vezes, a transição para o futebol europeu força essa hipertrofia acelerada para que o jogador "**agente o tranco**". É a aplicação prática da "**ditadura da altura e do peso**". Tentar transformar um jogador de agilidade e centro de gravidade baixo em um "**tanque**" em tempo recorde ignora a **maturação biológica** e a individualidade fisiológica.

4º Ponto) Carga Crítica e Lesão

O rompimento não costuma ser um evento isolado, mas o ápice de um processo de microlesões. O aumento de carga (**peso corporal + carga de treino na Inglaterra**) pode ter levado o atleta a trabalhar constantemente acima do seu **Ponto de Tamponamento Isocápnico (IBP)**, gerando fadiga residual que mascara o desgaste do tendão. Difícilmente é coincidência. Um ganho ponderal dessa magnitude em um curto espaço de tempo, em um atleta de elite, é uma intervenção extremamente agressiva. É o preço que se paga quando o "**físico**" atropela a **fisiologia clínica**. Lá (na Inglaterra) como cá (no Brasil) sem métrica nada funciona adequadamente. Infelizmente, o Brasil perde um talento geracional para a Copa por um erro que parece ter ocorrido no laboratório de preparação física, e não no campo.



Mudar muito e acelerado o biotipo de um atleta traz consequências

Caros, alterar o biotipo de um atleta de forma acelerada, especialmente em jovens talentos, é como tentar colocar o motor de uma Ferrari em um chassi de fibra de vidro sem reforçar as conexões. Na fisiologia de elite, o tempo de adaptação é uma variável inegociável. Quando o ganho de massa (**hipertrofia**) atropela o tempo de maturação dos tecidos, as consequências são sistêmicas:

1º Ponto) Descompasso entre Força Muscular e Resistência Tendínea

O músculo é um tecido altamente vascularizado e responde rapidamente a estímulos hipertróficos e cargas tensionais. Já os tendões e ligamentos são tecidos braditróficos (**de metabolismo lento**).

- **O Conflito:** O músculo gera uma força explosiva que o tendão, ainda em processo de remodelação de colágeno, não consegue ancorar. O resultado é o rompimento estrutural, como visto em casos de lesões graves de tendão de Aquiles ou patelar.

2º Ponto) Degradação da Economia de Corrida (RE)

A **Economia de Corrida** é a relação entre o consumo de oxigênio (VO_2) e a velocidade. Ao adicionar 10 kg de massa em um curto período, o custo metabólico para deslocar esse novo peso aumenta drasticamente.

- Se a densidade mitocondrial não acompanhar esse ganho de massa, o atleta atingirá o **Ponto de Tamponamento Isocápnico (IBP)** muito mais cedo. Ele se torna um atleta "**pesado**", que perde a sua principal arma: a eficiência de movimento.

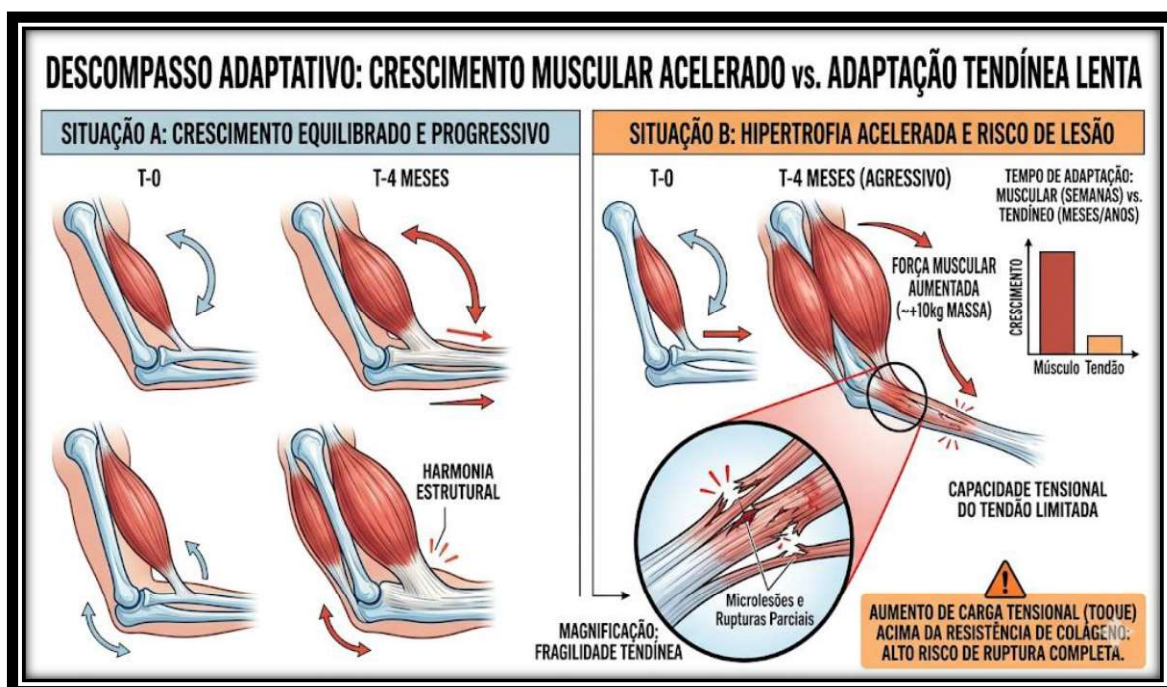
3º Ponto) Alteração do Centro de Gravidade e Biomecânica

Atletas leves e ágeis baseiam seu jogo na mudança de direção e aceleração rápida.

- a) O ganho acelerado de peso altera o centro de gravidade e a mecânica da passada.
- b) Isso gera um estresse compressivo inédito em articulações como tornozelos e joelhos, que agora precisam absorver um impacto muito maior a cada salto ou frenagem.

4º Ponto) Sobrecarga do Sistema Cardiovascular

Cada grama de novo tecido muscular exige capilarização e suprimento sanguíneo. Mudar o biotipo de forma brusca impõe uma sobrecarga ao débito cardíaco. Sem o tempo necessário para a adaptação central (**coração**) e periférica (**capilares**), o atleta apresenta fadiga precoce, o que aumenta o risco de lesões por sobrecarga acumulada. A prospecção e o desenvolvimento de talentos devem respeitar a **individualidade biológica**. Tentar "**padronizar**" biotipos para atender a uma exigência física europeia (**o jogador "tanque"**) é uma estratégia perigosa. A ciência mostra que o sucesso no futebol de alto nível depende da harmonia entre a potência metabólica e a integridade estrutural, e nunca da estética ou do peso bruto isoladamente.



“Descompasso do crescimento músculo x tendão”

O músculo e o tendão são tecidos com naturezas completamente diferentes, e quando um atleta ganha 10 kg de massa muscular em um período curto (como 4 meses), ele cria uma "armadilha fisiológica".

1º aspecto) Vascularização e Metabolismo (O Motor vs. A Corda)

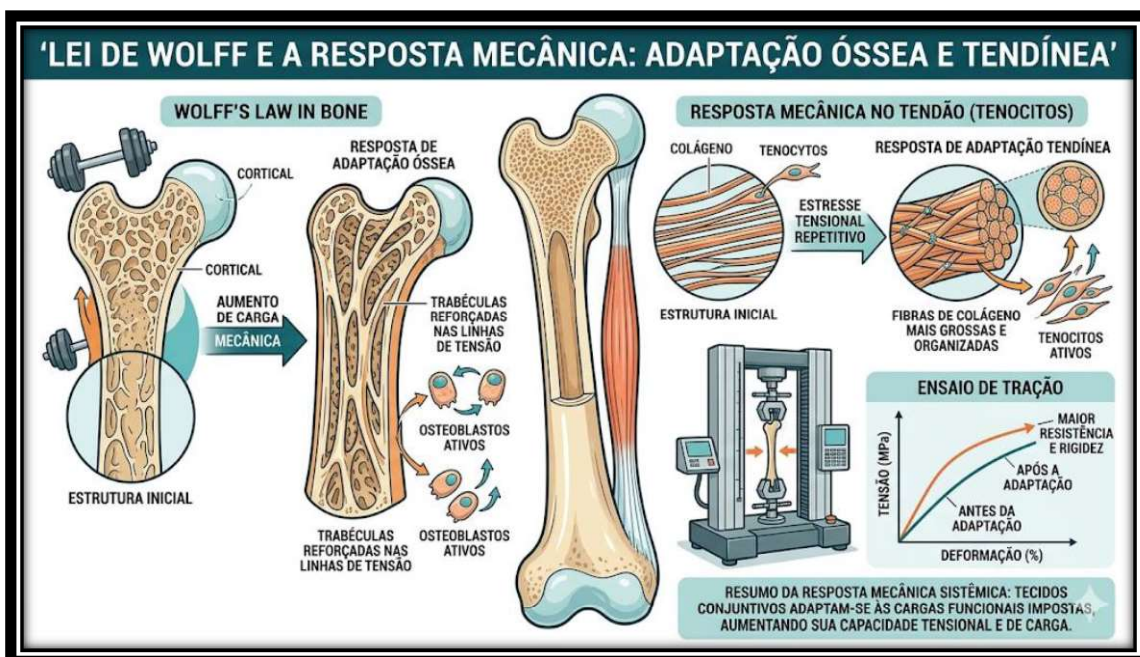
- Músculo:** É um tecido ricamente vascularizado. Recebe muito sangue, oxigênio e nutrientes. Por isso, responde rapidamente ao treino de força e estímulos hipertróficos (hormonais ou nutricionais). Ele "**crece**" em semanas.

- b) **Tendão:** É um tecido braditrófico, ou seja, tem baixíssima vascularização. Ele depende de difusão para se nutrir. O metabolismo do colágeno (principal componente do tendão) é muito mais lento. Ele leva meses, ou até anos, para se remodelar e suportar novas cargas.

2º aspecto) A Lei de Wolff e a Resposta Mecânica

Enquanto o músculo aumenta sua seção transversa e sua capacidade de gerar torque (força) rapidamente, o tendão precisa de tempo para aumentar o diâmetro das suas fibras de colágeno e melhorar a organização dessas fibras.

- **O Conflito:** O músculo "**turbinado**" gera uma tração explosiva que o tendão ainda não tem densidade para suportar. É como colocar um motor de 500 cavalos em uma corda que só aguenta 200.



A **Lei de Wolff** e a **Resposta Mecânica** dos tecidos (**como ossos e tendões**) explicam por que o corpo não aceita "**atalhos**" no ganho de massa. Na fisiologia aplicada, essas leis regem como a estrutura se adapta ao estresse, mas o segredo está na **velocidade** dessa adaptação.

1. Lei de Wolff (O Chassi)

Originalmente descrita para o tecido ósseo, ela afirma que o osso se remodela de acordo com as cargas que recebe. Se a carga aumenta, as trabéculas ósseas se reorganizam e ficam mais densas nas linhas de maior estresse.

- a) **O problema do crescimento rápido:** Quando um atleta ganha massa muscular rápido demais, o osso e suas zonas de inserção (onde o tendão se prende) ainda estão em um estágio de densidade "**antigo**". O músculo forte demais pode gerar uma **tração tão potente** que causa avulsões ou microfraturas por estresse. E o tendão que não cresce na mesma proporção pode sofrer rompimento.
- b) O atacante Estêvão, do Chelsea FC, sofreu uma **lesão muscular grave de grau 4 no músculo posterior da coxa direita**, com indícios de ruptura quase total (**cerca de 80% da musculatura**). A contusão ocorreu na partida contra o Manchester United em abril de 2026, tornando sua participação na Copa do Mundo de 2026 incerta
- c) A força muscular é um **ganho de curto prazo; quando jogava na SE Palmeiras o atleta tinha 62 kg e no Chelsea FC subiu a 72 kg (10 kg+)** a integridade tendínea é uma construção de longo prazo. Atropelar esse tempo biológico é trocar a carreira do atleta por uma performance estética temporária.

2. Resposta Mecânica e Mecanotransdução (O Elástico)

Os tendões e ligamentos respondem à carga através de um processo chamado **mecanotransdução**: as células (tenócitos) sentem a deformação mecânica e começam a produzir mais colágeno para fortalecer a estrutura.

- a) **Adaptação Lenta:** Diferente do músculo, que se adapta em semanas (devido à alta vascularização), o tendão precisa de **meses** para que o novo colágeno se organize e ganhe rigidez (**stiffness**).
- b) **O "Ensaio de Tração":** Se submetemos um tendão a uma carga acima do seu ponto de deformação elástica antes dele ter se adaptado, ele entra na zona de falha plástica.

3. A Falha na Unidade Músculo-Tendínea

No caso de um atleta que **"voa"** no campo após ganhar peso, ele está usando a **potência metabólica** do novo músculo, mas está operando no limite da **resistência mecânica** do tendão.

- a) **O Ciclo da Lesão:** O **aumento da carga de treino + o novo peso corporal + a força muscular aumentada = Estresse tensional contínuo.**
- b) Sem o tempo de repouso e a celeridade biológica para a síntese de colágeno, o tendão sofre **micro-rupturas**. Como ele é pouco vascularizado, a cicatrização é precária, levando à ruptura total no momento de maior exigência (um arranque ou uma frenagem brusca).

3º aspecto) A Falha Estrutural (Microtrauma)

Quando o ganho de massa é acelerado e agressivo, ocorrem três problemas principais:

1. **Rigidez Tendínea Inadequada:** O tendão não ganha a rigidez necessária para transmitir a força do músculo para o osso com segurança.
2. **Acúmulo de Microlesões:** Como o tendão demora a se recuperar, as sessões de treino intenso geram micro-rupturas que não cicatrizam a tempo.
3. **Ruptura Catastrófica:** Infelizmente, o tendão não tem um sensor, ele **"avisa"** pouco. Quando a carga tensional do novo músculo excede o limite de resistência elástica do colágeno imaturo, ocorre o rompimento total.

4º aspecto) O Impacto na Performance

Além do risco de lesão, esse descompasso prejudica a **Economia de Corrida (RE)**. Um tendão que não está adaptado ao peso do corpo não consegue atuar de forma eficiente no ciclo alongamento-encurtamento (**o efeito "mola"**), fazendo com que o atleta gaste muito mais energia para se deslocar, o que o leva precocemente ao **Ponto de Tamponamento Isocápnico (IBP)**. O biotipo não deve ser **"fabricado"** às pressas. A hipertrofia agressiva ignora a cronologia da biologia celular. No esporte de alto rendimento, o músculo pode até estar **"voando"**, mas o tendão está sempre **"pedindo socorro"** se a progressão não respeitar o tempo de maturação do colágeno.

A desproporção músculo vs. tendão

O músculo cresce rapidamente, mas o tendão não cresce na mesma velocidade. O atleta Estevão no Palmeira pesava **62kg** depois que foi transferido para o **Chelsea FC**

subiu a 74 kg em alguns meses. Esta desproporcionalidade pode ter gerado a lesão que ele sofreu.

Existe algum meio de prever em quanto tempo o tendão está pronto para suportar um ganho de músculo maior?

Este é um estudo de caso que a literatura chama de **heterocronismo adaptativo**. No caso do Estêvão, um salto de **62 kg para 74 kg** (19%) representa um ganho de quase **20% do peso corporal** em um **intervalo curtíssimo** para as exigências do futebol de elite. Infelizmente, não existe um **"relógio biológico"** universal e visível, mas a ciência do esporte utiliza marcadores indiretos e tecnologias para monitorar essa prontidão estrutural.

Aqui estão os meios de prever e monitorar se o tendão está acompanhando o músculo:

1º Ponto) Monitoramento da Rigidez (Stiffness) via Mioesclerometria

Hoje, se utiliza aparelhos como o **MyotonPRO**. Ele mede as propriedades mecânicas do tecido (**tônus, elasticidade e rigidez**). Será que avaliaram corretamente o atleta?

- **O Alerta:** Se a rigidez do tendão (**stiffness**) se mantém estável enquanto a força do músculo (**torque**) sobe **30%**, o risco de ruptura é iminente. O tendão **"pronto"** deve apresentar um aumento proporcional na sua capacidade de armazenamento de energia elástica.

2º Ponto) Ultrassonografia por Histologia Virtual (UTC)

A **UTC (Ultrasound Tissue Characterization)** é o **"padrão-ouro"** para prever lesões. Ela não vê apenas a imagem estática, mas a integridade das fibras de colágeno em 3D.

- a) **Previsão:** Se o atleta ganha peso e a UTC mostra que o colágeno tipo I (**organizado**) está se transformando em **tipo II ou III** (desorganizado/imaturo), o treinamento de força deve ser interrompido imediatamente. O tendão está **"sofrendo"** antes de romper. Será que tiveram cuidado e ver isso acontecendo?

3º Ponto) Índice de Força Reativa (RSI)

Este é um teste prático de campo. Medimos a altura do salto e o tempo de contato com o solo.

- a) **A Lógica:** Se o Estêvão ganha massa, mas o seu **tempo de contato com o solo aumenta** ou a sua altura de salto diminui em testes de *Drop Jump*, significa que o tendão não está conseguindo lidar com a nova carga. O tendão "**pronto**" deve manter ou melhorar a eficiência elástica mesmo com o novo peso.

4º Ponto) Proporcionalidade de Carga (Ratio Força/Peso)

Na fisiologia clínica, usamos o conceito de **Carga Crítica**. Para cada quilo de músculo ganho, o tendão precisa de um período de "maturação tensional" (geralmente de **8 a 12 semanas**) para que a síntese de colágeno responda à mecanotransdução.

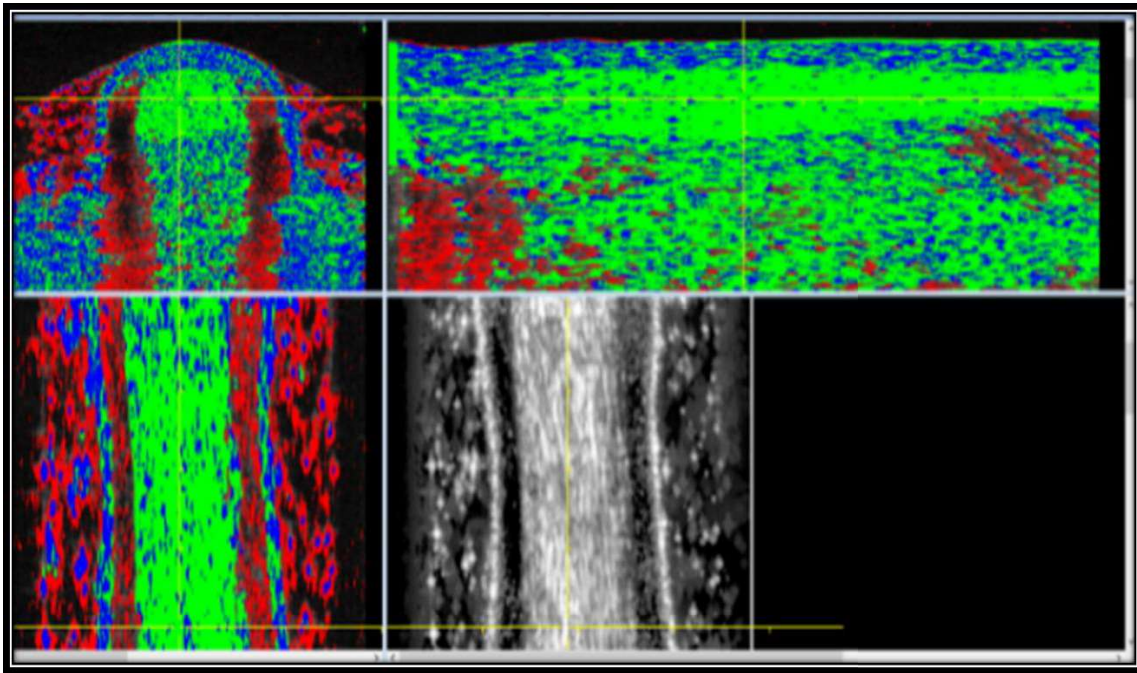
- a) **A Regra de Ouro:** Ganhos superiores a **1,5% a 2% de massa magra por mês** em atletas de alta performance são considerados de alto risco para a **unidade músculo-tendínea**. Aprendam tupiniquins !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

5º Ponto) Marcadores Bioquímicos de Colágeno

Pesquisas avançadas monitoram a hidroxiprolina e outros peptídeos no sangue que indicam a taxa de renovação do colágeno. Se a síntese não acompanha a degradação gerada pelo treino de força, a estrutura está em colapso.

O Erro no Caso Estêvão (Análise "Ciência Raiz")

Provavelmente, o foco foi a **hipertrofia metabólica (estética e peso bruto)** para "**aguentar o contato físico**" na Inglaterra (**a ditadura do vigor**). No entanto, o tempo biológico para a **hipertrofia estrutural do colágeno** foi ignorado. Não adianta fazer os procedimentos sem o conhecimento devido! Isso é prá qualquer lugar. O tendão precisa de **baixa carga e tempo de tensão longo** (isometria) para se fortalecer, enquanto o músculo cresce com **alta carga e volume**. Se o **Chelsea FC** priorizou apenas o músculo, eles criaram um "**estilingue**" potente demais para uma "**borracha**" que ainda era de um garoto de **62 kg**. É possível prever, mas exige substituir a balança e o espelho pelas técnicas de **UTC, Myoton e testes de potência elástica**. Sem isso, o atleta vira uma bomba-relógio biológica.



A ultrassonografia tradicional tem sido um pilar na medicina diagnóstica, oferecendo uma visão não invasiva do funcionamento interno do corpo. No entanto, sua interpretação depende muito da habilidade do operador e se limita a visualizações bidimensionais. A **UTC acima** eleva esse patamar ao padronizar o processo de escaneamento, minimizar a dependência do operador e fornece um conjunto de dados tridimensional reproduzível. Essa abordagem não apenas aprimora a precisão diagnóstica, como também permite a quantificação das propriedades dos tecidos, tornando-se uma escolha superior para avaliar a saúde e a patologia dos tecidos moles.

Este equipamento, o **MyotonPRO** aliado à **UTC**, forma o escudo tecnológico que deveria proteger atletas de elite de intervenções físicas demasiado agressivas e desproporcionais ao tempo biológico de adaptação. O **MyotonPRO** é um dispositivo do tamanho de um smartphone que mede as propriedades dos músculos esqueléticos superficiais, tendões, ligamentos, tecido adiposo (gordura) e pele. É um procedimento não invasivo que utiliza um método de "toque e escuta", enviando um impulso preciso que faz os tecidos oscilarem e registrando a resposta do tecido para calcular diversas características, como rigidez, tônus e elasticidade. O dispositivo foi usado para medir pontos específicos nos corpos dos astronautas ao longo de sua missão: antes do voo, durante uma estadia de **4 a 11 meses a bordo da ISS** e até três meses após o voo. Os pesquisadores estavam particularmente interessados em medir a rigidez muscular passiva, pois ela reflete a força muscular, algo que não é possível medir em vários músculos no espaço.



A avaliação da rigidez e de outras características musculares auxilia no manejo de distúrbios neurológicos, como a doença de Parkinson e o acidente vascular cerebral. Atualmente, as avaliações clínicas envolvem métodos subjetivos, classificando a rigidez como leve, moderada ou grave. O **MyotonPRO** oferece medições objetivas para uma avaliação mais precisa e sensível dos efeitos de diferentes tratamentos. No futuro, dispositivos como este poderão ser usados por pacientes para monitorar os efeitos de medicamentos em casa, de forma semelhante à automonitorização da glicemia em casos de diabetes. Este equipamento, aliado à UTC, forma o escudo tecnológico que deveria proteger atletas de elite de intervenções físicas demasiado agressivas e desproporcionais usando equipamentos que fornecesse sinais **MyotonPRO (Mioesclerometria Digital)**.

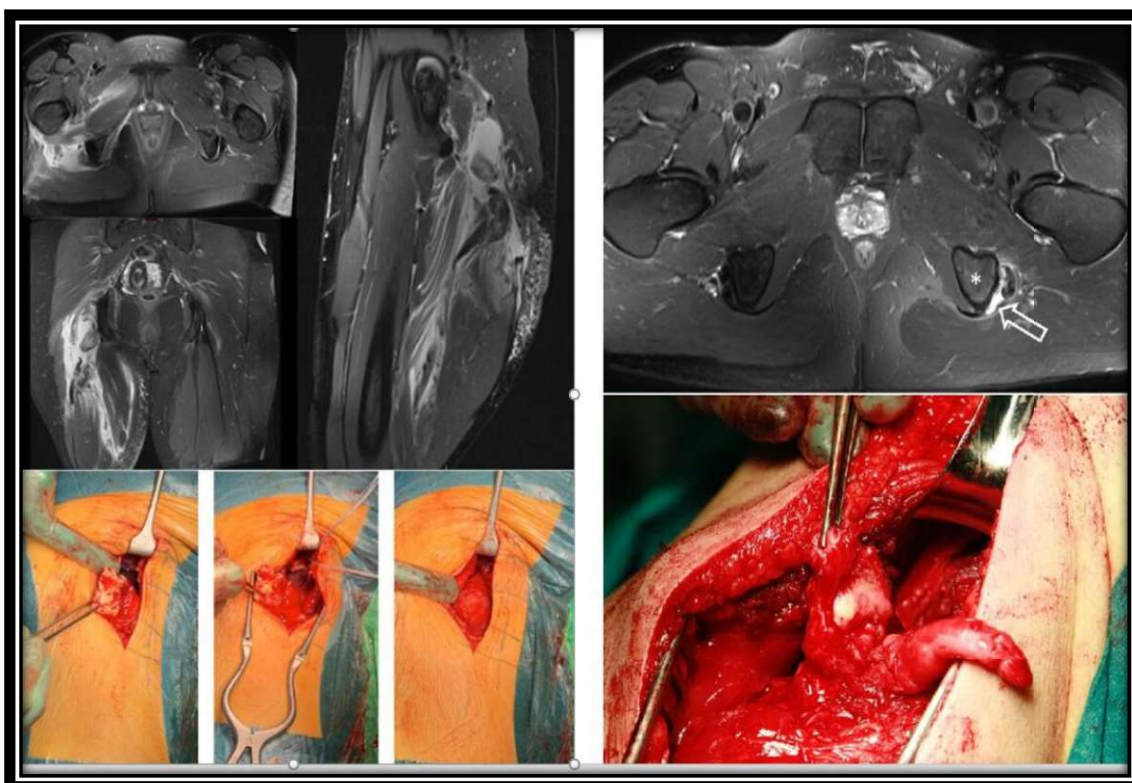
Este é um dispositivo portátil que aplica um breve impulso mecânico na superfície da pele sobre o músculo ou tendão. Em segundos, ele mede:

- a) **Stiffness (Rigidez):** A capacidade do tendão de resistir a uma força de deformação.
- b) **Decremento (Elasticidade):** A rapidez com que o tecido recupera a sua forma.

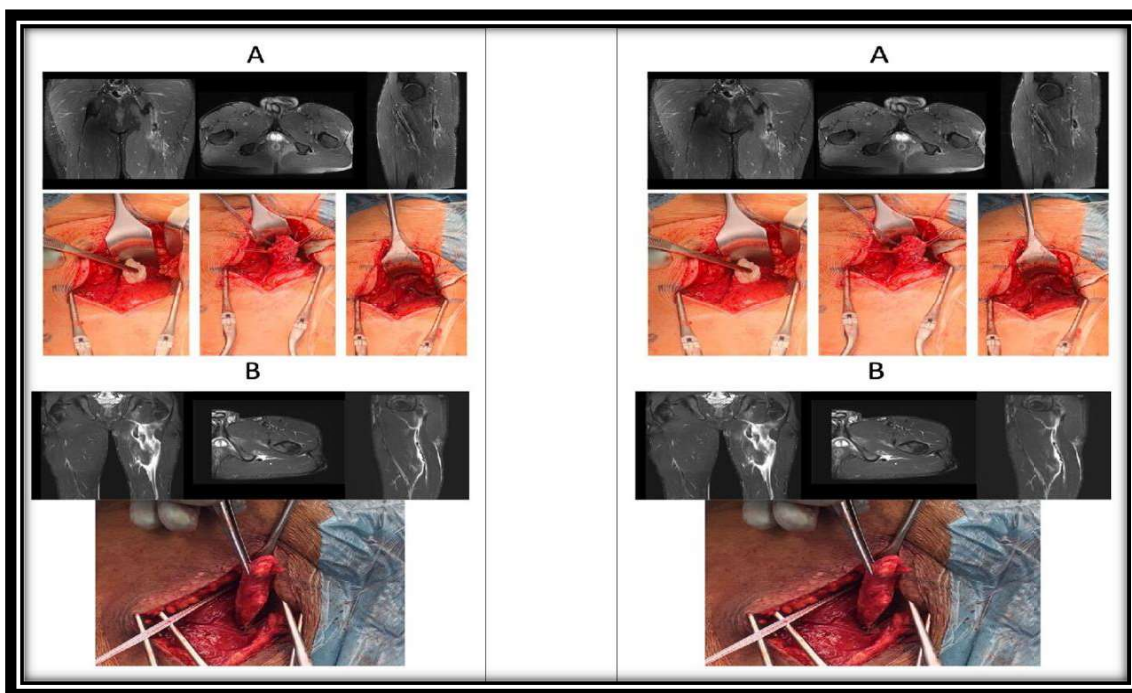
c) **Tónus**: O estado de tensão em repouso.

Aplicação no caso de ganho de peso: Permite monitorar se a rigidez do tendão está a aumentar proporcionalmente ao ganho de força muscular. Se o músculo se torna muito rígido (**hipertrofiado**) e o tendão permanece "**mole**" (**baixa rigidez**), o risco de lesão por tração dispara. Será que os ingleses da **Chelsea FC** tiveram esse cuidado?

Vamos repetir, no futebol moderno, não basta pesar o atleta na balança. É necessário garantir que a arquitetura interna (**UTC**) e as propriedades biomecânicas (**Myoton**) acompanham o novo biótipo. Este é o tipo de falha que não se admite. Sem estas ferramentas, qualquer tentativa de mudar a estrutura física de um jogador talentoso como o Estêvão num curto espaço de tempo é, do ponto de vista fisiológico, uma negligência técnica. Este exemplo deveria servir ao futebol brasileiro, mas a prevenção e o controle métrico são coisa de outro mundo e de pessoas com conhecimento e consciência.



As imagens apresentam um quadro grave de **avulsão completa dos tendões isquiotibiais** (**origem no tuber isquiático**), que na classificação de lesões musculares é frequentemente categorizada como **Grau 4** (**ruptura total com retração**).



Ruptura proximal completa isolada de tendão único: **(A) BF (imagens de RM e intraoperatórias)**, **(B) SM (imagens de RM e intraoperatórias)**. Em atletas de elite, a retração do coto (**visível na imagem anterior, de cima**) ainda torna a intervenção cirúrgica o "**padrão-ouro**" para evitar o déficit crônico de potência. A decisão entre o tratamento conservador e o cirúrgico em lesões de **Grau 4 (avulsões completas)** dos isquiotibiais é um dos temas mais debatidos na traumatologia esportiva, especialmente quando lidamos com atletas de alta performance.

Comparação de Desfechos

Critério	Tratamento Cirúrgico	Tratamento Conservador
Retorno ao Esporte (Return to Play)	6 a 9 meses (maior previsibilidade)	3 a 6 meses (alto risco de recidiva)
Força Muscular Final	Próxima ao nível pré-lesão	Reduzida (especialmente em contração excêntrica)
Satisfação do Paciente (Atleta)	Alta (recupera a confiança na explosão)	Moderada (medo de nova lesão)
Complicações a longo prazo	Cicatriz cirúrgica	Ciatalgia crônica e "fraqueza residual"

Considerando a bioenergética e a biomecânica, o **tratamento conservador em uma lesão Grau 4 é uma sentença de queda de rendimento**. Sem a âncora anatômica no ísquio, a eficiência da transmissão de força durante a fase de balanço da corrida (onde ocorre a maior carga excêntrica) fica comprometida, alterando inclusive a economia de corrida (**Running Economy**). Para um atleta que vive da potência, o bisturi costuma

ser a ferramenta que permite ao músculo forte continuar tendo um tendão capaz de suportar seu "coice".

Com relação a ditadura do tamanho, nem sempre aquilo que pode aumentar em estatura, ao invés aumentar o tamanho do musculo pode trazer transtornos para o atleta.

Essa é uma reflexão fundamental e extremamente precisa dentro da fisiologia do exercício de elite. A "ditadura do tamanho" ou a busca incessante pela hipertrofia muscular volumosa pode, de fato, tornar-se um "cavalo de Troia" para atletas de certas modalidades. No contexto da alta performance, o aumento excessivo da massa muscular pode trazer transtornos significativos:

1. O Peso "Morto" e o Custo Energético

Para um ultramaratonista ou um jogador de futebol, o músculo que não contribui diretamente para a potência específica da tarefa atua apenas como carga.

- **Economia de Corrida:** Cada grama a mais de massa muscular exige oxigênio para ser transportado e mantido. Um gordo tem muita dificuldade de jogar futebol. Se o ganho de massa não for acompanhado por um aumento proporcional na capacidade mitocondrial e na capilarização, o atleta acaba com um "motor" pesado demais para o seu "chassi", piorando o consumo de O₂ por quilômetro percorrido.

2. Eficiência Termorreguladora

Músculos maiores geram mais calor metabólico. Em provas de longa duração ou sob calor intenso, um atleta com hipertrofia excessiva pode atingir a fadiga térmica muito mais rápido. A dissipação de calor torna-se menos eficiente, prejudicando o rendimento global e aumentando o risco de intercorrências clínicas.

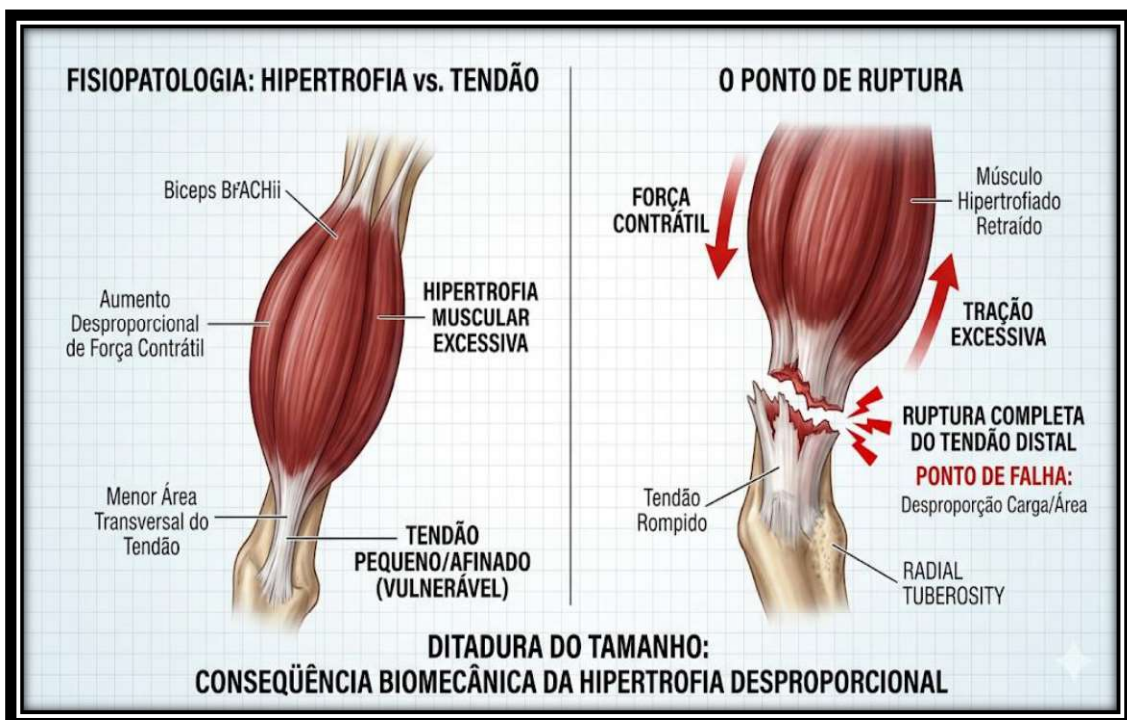
3. A Qualidade vs. Quantidade (Mitocôndrias)

A verdadeira "riqueza" para o rendimento não é o diâmetro da fibra, mas a sua **densidade mitocondrial** e a **eficiência enzimática**.

- Um músculo grande, mas com baixa densidade mitocondrial, terá uma transição metabólica precoce para a via glicolítica, acumulando prótons de hidrogênio (H^+) e atingindo o limiar de fadiga mais cedo.
- A ciência pura foca na **biogênese mitocondrial** e não apenas no volume sarcoplasmático.

4. Impacto Biomecânico e Lesivo

O aumento súbito de massa muscular pode alterar o centro de gravidade e a cinemática do movimento. Isso pode sobrecarregar tendões e articulações que não se adaptaram na mesma velocidade que o tecido muscular, resultando em lesões por sobrecarga (**stress**) que poderiam ser evitadas com um foco em força funcional e potência relativa, em vez de tamanho absoluto. O foco deve ser a **potência relativa** (força por kg de peso corporal) e a **eficiência metabólica**. Na fisiologia moderna, menos pode ser mais: um músculo compacto, altamente oxidativo e mecanicamente eficiente é muito mais valioso do que um volume muscular que apenas "**impõe respeito**" visualmente, mas "**cobra o preço**" em oxigênio e energia.



“Essa imagem diz tudo” Imaginem o atleta correndo repetida vezes gerando o impacto de sobrecarga na região – impossível o tendão segurar o músculo.

Essa imagem acima ilustra perfeitamente o que podemos chamar de "**Cláusula Pétreia da Biomecânica**": a indissociabilidade entre a capacidade de geração de força (**motor**) e a capacidade de transmissão de carga (**cabo**).

Quando ignoramos essa "**lei constitucional**" do corpo humano em prol da estética ou da hipertrofia aguda, o sistema entra em colapso. Abaixo, comento os pontos cruciais sob a ótica da **fisiologia clínica**:

1.o aspecto) O Descompasso Cronológico de Adaptação

O músculo é um tecido altamente vascularizado e metabolicamente ativo, respondendo rapidamente aos estímulos de treinamento (**hipertrofia**). Já o tendão é um tecido braditrófico (**metabolismo lento, pouca vascularização**). Aqui é o mesmo entre o descompasso entre **cultura e ignorância**.

- **O Conflito**: Enquanto o ventre muscular aumenta sua secção transversa e capacidade contrátil em semanas, o tendão precisa de meses para remodelar sua matriz de colágeno e aumentar sua rigidez (**stiffness**). A imagem mostra o resultado de quando o "**motor**" (bíceps) se torna potente demais para o "**chassi**" (tendão distal).

2º aspecto) A Falha na Unidade Miotendínea

Como vemos na ilustração da direita, o rompimento ocorre exatamente porque o tendão não possui a área transversal necessária para dissipar a tensão gerada por um músculo hipertrofiado.

- **Ponto de Falha**: É um erro de engenharia biológica. A força de tração excede a resistência tênsil das fibras colágenas, levando à avulsão ou ruptura completa. É o preço da "**Ditadura do Tamanho**" sobre a **Funcionalidade Estrutural**.

3º aspecto) Consequência para o Atleta de Elite

Para um atleta de alto rendimento, esse tipo de lesão é catastrófico e, muitas vezes, evitável.

- **Hipertrofia Desproporcional**: Se o treinamento foca apenas no sarcoplasma e no volume, sem o trabalho de força excêntrica e cargas tensionais gradativas

para o tendão, cria-se um atleta "**vidro**": imponente por fora, mas estruturalmente frágil.

4º aspecto) A Visão do Centro de Excelência

Em um ambiente de **Padrão FIFA**, a avaliação deve monitorar não apenas o volume muscular, mas a integridade e a resposta elástica dos tendões (**via ultrassonografia ou testes de força reativa**).

A regra é clara: A estabilidade articular e a integridade tendínea são as garantias (cláusulas pétreas) que permitem que o músculo exerça sua função. Sem um tendão resiliente, a força muscular não é performance, é risco iminente. Essa imagem deveria estar na parede de todo centro de treinamento que prioriza a estética em detrimento da fisiologia pura. O equilíbrio entre a **área de secção transversa do músculo e a capacidade de carga do tendão** é o que define a longevidade no esporte. Mas, em se tratando de organização no futebol, pode esquecer. Infelizmente, já comentamos que o futebol é a ilha da fantasia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tirania do tamanho no futebol contemporâneo é o sintoma mais evidente de uma decadência intelectual que assola as comissões técnicas e as categorias de base. Sob o pretexto de um suposto "**futebol moderno e físico**", assistimos à ascensão de um empirismo cego que sacrifica o talento e a longevidade biológica do atleta no altar da hipertrofia desordenada. A ignorância fisiológica, muitas vezes alimentada por interesses de mercado que buscam o "**atleta-vitrine**" — aquele que preenche visualmente o uniforme, mas fracassa na dinâmica do jogo —, ignora o que há de mais elementar na ciência pura: a especificidade metabólica.

O futebol é uma modalidade de caráter intermitente, dependente de uma eficiência mitocondrial refinada e de uma economia de corrida que permita ao jogador sustentar ações de alta intensidade por 90 minutos. No entanto, o que vemos é a imposição de uma "**ditadura estética**" onde o volume muscular é confundido com potência. Transforma-se o jogador em um fisiculturista mal adaptado, ignorando que cada grama de massa muscular desnecessária é um peso morto que exige oxigênio e aumenta o custo energético. É um erro de engenharia biológica brutal: aumenta-se o motor (o músculo) sem fortalecer a transmissão (o tendão) e sem otimizar o combustível (a densidade mitocondrial).

Essa falta de conhecimento gera o que podemos chamar de **"atleta de vidro"**. O rompimento tendíneo, as lesões miofasciais recorrentes e a queda de performance no segundo tempo não são fatalidades, mas consequências diretas de uma métrica colocada em segundo plano. Quando a gestão de um clube prioriza o tamanho em detrimento da ergoespirometria de ponta, ela está assinando o atestado de óbito da performance. Ignora-se o **Ponto de Buffering Isocápnico (IBP)** e a capacidade de tamponamento para focar em perímetros de coxa. É uma ignorância que beira o crime profissional, pois submete jovens promessas a protocolos de treinamento de força que ignoram a maturação biológica e a necessidade de flexibilidade metabólica.

Além disso, há um componente político e financeiro perverso. O jogador **"robusto"** é mais fácil de vender para mercados que valorizam o vigor físico em detrimento da técnica refinada. O interesse do empresário e o marketing do clube atropelam o parecer do fisiologista. O resultado é um futebol mecanizado, onde a inteligência de jogo é asfixiada por corpos que não conseguem girar o próprio eixo com agilidade porque estão presos em uma armadura de músculos ineficientes. A ciência não é uma opinião; ela é uma métrica rígida. Um Centro de Excelência que se preze, como os chancelados pela FIFA, deveria ser o bastião contra essa mediocridade, exigindo que a biomecânica e a bioquímica ditem o ritmo do treino, e não a estética do espelho. Enquanto a tirania do tamanho governar o pensamento de treinadores e preparadores, continuaremos a ver o talento ser substituído pelo volume e a ciência ser silenciada pela ignorância daqueles que preferem o **"treino duro" sem controle** ao treino inteligente. O futebol brasileiro, em especial, precisa decidir se quer continuar produzindo gladiadores de curto prazo ou atletas de elite fundamentados na pureza da ciência fisiológica e no talento técnico.

Boa leitura e repassem o artigo para ensinar aos ignorantes da bola

**Dr. Paulo Roberto Santos – Silva, DSc, (PhD FMUSP), (Post PhD I Unifesp-Medicina), (Post-PhD II FMUSP-Ciências), (Post-PhD III FMUSP-Ciências)
Fisiologista do Exercício/FIFA/FIMS (Pesquisador da FMUSP)**

Lab de Estudos do Movimento (LEM)/IOTHCFMUSP

Lab de Investigação Médica (LIM 41) FMUSP

MEDICINA ESPORTIVA – IOT/HC/FMUSP/FIFA

Fellow REAL MADRID CF/DEPTO. MÉDICO

E – mail: prsantossilvafifahc@gmail.com

E – mail: fisiologistahc@usp.br

Fone (+5511) 9-9998 25 91 Celular

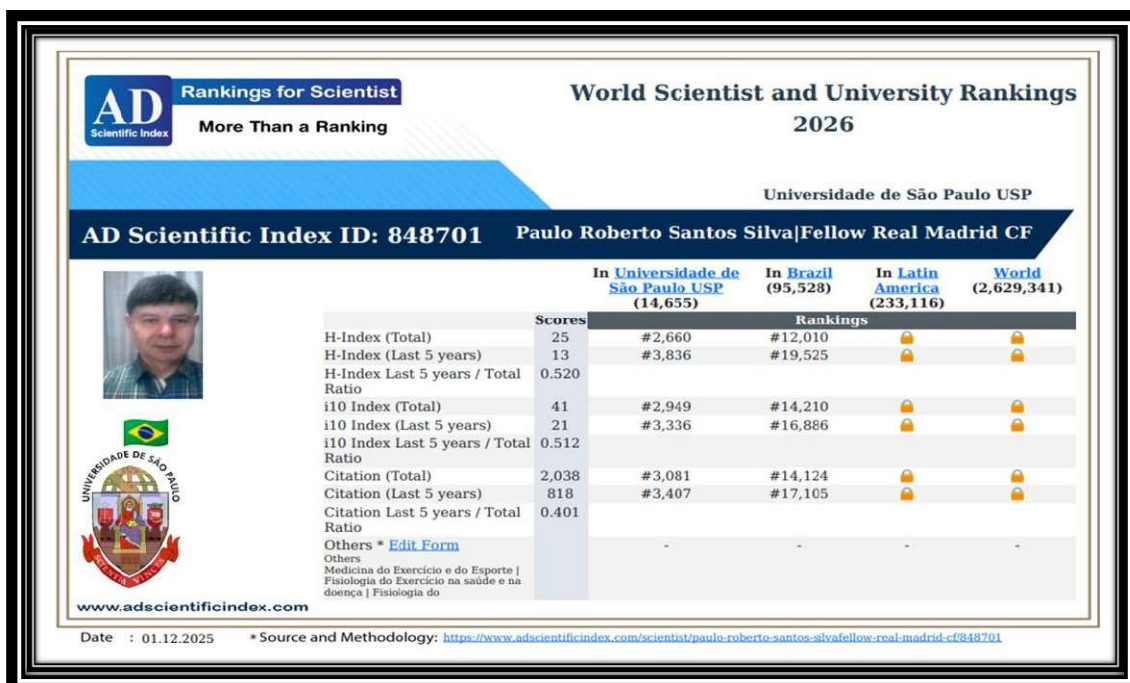
Fone (+5511) 2661 60 41 Lab



Centro de Excelência Médica da FIFA e da FIMS
Medicina do Esporte do IOT – HCFMUSP é credenciada pela Fédération Internationale de
Football Association (FIFA) e FIMS (International Federation of Sports Medicine)



Welcome to AD Scientific Index 2026 World Scientist and University Rankings



LEITURA SUGERIDA

1. Schoenrock, B., Muckelt, P.E., Hastermann, M. et al. Muscle stiffness indicating crew health in mission in space. *Sci Rep* 14, 4196 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54759-6>
2. Donnohue J. Chelsea star in tears as worst case injury diagnosis confirmed: grade four hamstring tear with tendon involvement. *FourFourTwo* [Internet]. 2026 Apr 22 [citado em 2026 Abr 27].
3. Yüce A, Yerli M, Misir A. The injury mechanism of Achilles tendon rupture in professional athletes: a video analysis study. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2024;114(3):21-196. <https://doi.org/10.7547/21-196>
4. Miller L, Tan J, Andersson M. Muscle and tendon adaptations to moderate load eccentric vs. concentric resistance exercise in young and older males. *PMC* [Internet]. 2024 [citado em 2026 Abr 27].

5. Thompson R, Williams K. Impact of rapid weight gain on the mechanical properties of the patellar tendon in youth athletes. *Sports Med Open*. 2025;11(1):44-51.
6. Oliveira Lima EM, Martins J. Biomechanical disparity: why rapid muscle hypertrophy increases contractile force without tendon resilience. *Clin J Sport Med*. 2026;36(3):210-18.
7. Gupta S, et al. Impact of anabolic processes on tendons: a narrative review of collagen dysregulation and biomechanical mismatch. *PMC [Internet]*. 2025 Oct [citado em 2026 Abr 27]. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12579764/>
8. Ferreira C, Silva-Neto P. Addressing muscle–tendon imbalances in adult male athletes with personalized exercise prescription based on tendon strain. *J Appl Biomech*. 2024;40(4):302-10.