

METODO

# TREINI7

## Comportamento da Hipertonia

Lesão Neurônio motor superior  
Bases biomecânicas e uso de T.A



Indivíduos com lesões do neurônio motor superior (LNMS) decorrentes de desordens tais como: Paralisia cerebral (PC), acidente vascular encefálico (AVE) e traumatismo crânio-encefálico apresentam disfunções motoras que prejudicam sua mobilidade e desempenho de tarefas de vida diária, limitações na sua independência e participação na sociedade.

- *Friden J, Lieber RL. 2003; Beckung E, Hagberg G. 2002;*
- *Mayo NE. et. al. 2002*

O quadro da disfunção motora de pessoas com LNMS envolve posturas e padrões de movimento atípicos, lentidão dos movimentos e coordenação motora pobre, fraqueza muscular, aumento da resistência das articulações à movimentação passiva (hipertonia) e espasticidade.

- *Giuliani CA.*



Espasticidade pode ser definida como uma hiperexcitabilidade do reflexo tônico de estiramento que causa uma ativação muscular reflexa durante estiramentos passivos, sendo essa ativação dependente de velocidade com que o movimento passivo é realizado.

- *Lance, JW.*

A relação entre espasticidade e função não é clara.

- *Sommerfeld DK, Eek EU. 2004; Landau WN. 2004.*

Outros fatores, além da hiperexcitabilidade do reflexo de estiramento, estejam associados com a disfunções motoras observadas na população com LNMS - Fatores musculoesqueléticos.

*Giuliani, CA. 1991; Damiano, DL. et al. 2001.*



Estudos demonstram uma associação entre força muscular e função motora de crianças PC's e pessoas com hemiplegia adultos.

A evidências de que a musculatura de indivíduos com LNMS apresenta alterações de suas características mecânicas.

*Lamontagne A. et al.; Brouwer B. et. al.*

A literatura tem documentado alterações musculares como deslocamento das curvas ângulo-torque, diminuição do comprimento dos músculos e aumento na resistência à deformação em indivíduos com LNMS.

*Lamontagne A. et al. Brouwer B. et al.;  
Tardieu G. Tardieu C.*



Há evidências de que esse aumento da resistência muscular à deformação não esteja associado à hiperativação eletromiográfica, mas a alterações das propriedades mecânicas como aumento da rigidez tecidual (rigidez muscular passiva).

*Dietz V. Berger W; Dietz V. Quinter..*



## Rigidez muscular passiva

Indivíduos com LNMS apresentam aumento na resistência oferecida pelo músculo ao alongamento, denominada hipertonia.

Esse aumento de resistência tem sido atribuído exclusivamente a uma hiperatividade muscular decorrente da hiperreflexia.

*Singer B. Dunne J. Allison G.*

A musculatura dos indivíduos com LNMS foi por muito tempo considerada mecanicamente normal

*Young RR. Wiegner AW.*



No entanto, tem sido demonstrado que articulações de indivíduos com LNMS apresentam aumento da resistência à movimentação passiva, mesmo na ausência de atividade eletromiográfica.

*Dietz V., Quintern J., Berger W.*

A medida que o músculo em repouso eletromiográfico é alongado, a razão entre a tensão (resistência) gerada e a deformação sofrida é definida como rigidez passiva desse músculo.

*Herbert R.*



Essa rigidez se reflete as propriedades mecânicas do tecido, dadas pelo tecido conectivo intramuscular e pelas proteínas intracelulares.

*Gajdosik RL. et al.*

Sinkjaer e Magnussen, verificaram aumento (mesmo em repouso eletromiográfico) de 278% na rigidez muscular passiva do tríceps sural de indivíduos hemiparéticos em comparação com indivíduos normais.



A tensão de resistência gerada durante o alongamento muscular aumenta com o aumento de rigidez passiva. Assim, o aumento da rigidez de um grupo muscular de uma dada articulação pode implicar uma necessidade de maior geração de força pelo grupo muscular antagonista, para que a resistência seja vencida e o movimento seja executado.

*Lamontagne A. et al.*

Ex. Durante a fase de balanço da marcha, pacientes com LNMS apresentam um déficit de dorsiflexão associado a uma aumento na atividade eletromiográfica do tibial anterior, enquanto a atividade do tríceps sural não apresenta alterações em relação a indivíduos normais.

*Lamontagne A. et al.*



A ausência de alterações eletromiográficas dos flexores plantares indica que a resistência que limita a dorsiflexão nessas pessoas provém de alterações intrínsecas ao músculo tríceps sural, e não de hiperatividade decorrente da espasticidade.

O aumento da atividade do tibial anterior ocorre numa tentativa de vencer essa resistência muscular passiva aumentada do tríceps sural.



Os achados demonstraram que a hipertonia observada em pessoas com LNMS não pode ser exclusivamente atribuída à espasticidade, e evidenciaram a contribuição de fatores intrínsecos ao tecido muscular para o aumento de resistência à movimentação passiva.

Um dos componentes associados à rigidez passiva de um músculo é a quantidade de tecido conectivo presente nos envoltórios musculares (endomísio, perimísio e epimísio).

*Gajdosik RL. et al.*



## Apesar da inconsistência dos estudos em relação ao aumento da quantidade de colágeno x resistência passiva

*Booth et al 2001 – aumento colágeno no músculo vasto lateral de crianças PC.*

*Tardieu et al. 1982 – Tríceps sural de crianças PC não observou aumento do colágeno.*

O´Dwyer et al. Observou que mesmo sem uma aumento da concentração de colágeno, uma mudança na orientação das fibras, ocorrida a partir da *remodelação do tecido conectivo* do músculo, possa ocasionar o **aumento de rigidez**.



Além de alterações no tecido conectivo, mudanças na composição em relação ao tipo de fibras poderiam contribuir para o aumento de rigidez. Foi demonstrado que fibras musculares de contração lenta (tipo I) são mais rígidas do que fibras de contração rápida .

Há evidências de um aumento na proporção de fibras tipo I em músculos de indivíduos com LNMS.

*Edstron L.*



As fibras de contração rápida estão presentes predominantemente em unidades motoras com limiar de excitabilidade mais alto. Após uma LNMS, essas fibras seriam menos estimuladas do que as fibras lentas, o que causaria a alteração de proporção observada.

*Edstron L.*

## Comprimento muscular

Em associação ao aumento da rigidez muscular passiva, pode haver uma diminuição do comprimento muscular em pacientes com LNMS.



A perda persistente de amplitude de movimento decorrente do encurtamento muscular caracteriza o que é clinicamente definido como contratura, uma complicação comum após LNMS.

*Young RR, Wiegner AW .*

O D'wyer et col. Relatam ausência de associação entre a presença de hiperreflexia do bíceps braquial e contraturas em flexão do cotovelo em pessoas hemiplégicas.



Esses autores não atribuem a ocorrência de contraturas à presença de espasticidade, mas a adaptações às condições de uso dos músculos.

Períodos de imobilização (passiva e ativa) de LNMS podem levar os músculos anti-gravitacionais a posições encurtadas.

Músculos mantidos em posição encurtada por períodos prolongados desenvolvem contratura em decorrência da remodelação do tecido com diminuição do número de sarcômeros em série e aumento da rigidez tecidual.

*Williams PE. et al.*



Essa remodelação ocorre independentemente da atividade nervosa.

*Williams PE. Goldspink G.*

A perda de sarcômeros em série associada à hipoextensibilidade e rigidez aumentada da musculatura tríceps sural também foi observada em crianças com PC que apresentam marcha equina.

*Tardieu C. et al.*

No entanto, a redução da espasticidade (quantificada eletromiograficamente) não ocasionou reversão da perda do comprimento muscular nessas crianças.

*O'Dwyer et al.*



Em suma, as evidências indicam que, pela remodelação, o **tecido muscular (sarcômeros e tecido conjuntivo) se adapta aos padrões de uso**. As alterações na estrutura muscular parecem ocorrer independentemente da presença de espasticidade.

Em crianças com PC, mesmo sem contratura aparente, pode haver uma diminuição importante do comprimento das fibras musculares.

Tardieu e colaboradores sugeriram que o crescimento muscular longitudinal está alterado devido a anormalidades na regulação trófica nessas crianças.



Essa anormalidades leva a uma crescimento ósseo que não é acompanhado pelo crescimento do ventre muscular, resultando em tendões proporcionalmente mais longos e ventres mais curtos.

*Tardieu C. et al.*

Com base nos resultados de estudos experimentais em animais, pode-se argumentar que a alteração da relação tendão-ventre pode estar relacionada à imobilidade dessas crianças.

Músculos de animais jovens imobilizados em posição alongada respondem com um aumento no comprimento dos tendões e diminuição do ventre muscular



Em crianças com PC, um processo semelhante pode estar ocorrendo. Os músculos são alongados pelo crescimento ósseo enquanto se mantêm relativamente imobilizados, em decorrência da mobilidade restrita dessas crianças.

As evidências relacionadas à alteração de comprimento ressaltam a importância de evitar a imobilidade para prevenir a perda de comprimento muscular em pacientes com LNMS. Além da perda de amplitude de movimento, a alteração do comprimento pode acarretar modificações da curva comprimento-tensão, gerando diminuição de força em amplitudes específicas.

*Williams PE. et al.*



## Curva comprimento - tensão

A curva comprimento – tensão ativa de um músculo expressa a relação entre a capacidade de geração de tensão e o comprimento muscular.

A força ativa máxima é produzida em um comprimento ótimo, dado pela superposição ideal dos filamentos de actina e miosina, e diminui à medida que o músculo é encurtado ou alongado.

*Tabary JC. et al.*



Os modelos de imobilização muscular em diferentes comprimentos em animais fornecem evidências de que, associado à alteração de rigidez e do número de sarcômeros em série, há um deslocamento da curva comprimento tensão ativa.

Quando os músculos são imobilizados em posição encurtada, ocorre diminuição no número de sarcômeros em série, redução do comprimento, aumento da rigidez muscular e deslocamento da curva comprimento tensão para a esquerda (geração de força máxima em comprimentos menores).

*Willians PE. Goldspink G.*



Por outro lado, quando o músculo é mantido em posição alongada, é observado um acréscimo no número de sarcômeros em série, aumento no comprimento muscular e um deslocamento da curva comprimento tensão para a direita (geração de tensão máxima em comprimentos maiores).

*Willians PE. Goldspink G*

Resumo: Indivíduos com LNMS apresentam modificações estruturais da musculatura e podem levar a uma aumento de rigidez passiva, alterações do comprimento muscular e deslocamento da curva de comprimento – tensão.

Essas alterações implicam em maior resistência à movimentação e diminuição da força muscular em amplitudes específicas, que podem estar associadas aos padrões de movimento apresentados por esses indivíduos.



Dessa forma, a intervenção com o objetivo de modificar as características musculares **remodelação** tem impacto na movimentação e postura desses indivíduos com LNMS.