

**17º Congresso de Iniciação Científica****AÇÕES DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SOB AS RESERVAS
GLICOGÊNICAS DOS MÚSCULOS RESPIRATÓRIOS E PARAVERTEBRAL DE RATOS
ESCOLIÓTICOS****Autor(es)**

EDER JOÃO DE ARRUDA

Orientador(es)

CARLOS ALBERTO DA SILVA

Apoio Financeiro

PIBIC/CNPQ

1. Introdução

A escoliose é caracterizada quando existe uma curvatura lateral maior que 10° de inclinação da coluna vertebral no plano frontal, visto que uma coluna normal é reta quando observada nesse plano. Essa inclinação pode ser acompanhada de rotação vertebral e hiperlordose (KISNER; COLBY, 2005).

Muito embora a etiologia da escoliose seja desconhecida, algumas hipóteses se baseiam em fatores de origem genética, esquelética, muscular, neuro-hormonal e fatores biomecânicos. Neste sentido a hipótese diagnóstica mais aceita se dá sob fatores de origem musculoesquelética, onde há relatos de que frente ao processo escoliótico existe hipotonia e fraqueza muscular difusa, predominante nos músculos respiratórios e paravertebrais (GOTO et al., 2003).

No intuito de conter e/ou reverter à curvatura escoliótica, a fisioterapia lança mão de vários métodos e recursos dos quais se destacam: métodos Schroth e Klapp, exercícios físicos, estimulação elétrica dos músculos, colete associado a exercícios ou sozinho e o alongamento que tem apresentado maior aplicabilidade no que diz respeito ao tratamento da curvatura (MARQUES et al., 1996).

De modo geral as técnicas de alongamento são aplicadas em músculos normais ou encurtados, tendo como objetivo à melhora da flexibilidade e são classificadas como: balística ou dinâmica, estática e facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP), sendo que a mais utilizada é a modalidade estática por apresentar-se eficaz no intuito de aumentar as amplitudes de movimento e ser de simples execução (HERZOG, SCHACHAR e LEONARD, 2003).

Alguns estudos que tiveram o alongamento estático como protocolo descreveram que os principais efeitos observados são: aumento macroscópico da amplitude de movimento articular, seguido de alterações morfofuncionais, como o aumento de sarcômeros em série às miofibrilas, alteração na formação do complexo actomiosina, alteração da disposição das fibras colágenas, alteração na conformação da titina e proteínas do costâmeros (BEEDLE; MANN, 2007).

Na literatura é possível aferir que os métodos experimentais no intuito de desenvolver escoliose, dificultam a aplicação e teste de técnicas de intervenção, por serem todos de caráter invasivo, que aqui estão sobrepostos hierarquicamente. Tanaka et al. (1982) produziram osteolatrismo com o fármaco carbazida; Sarwark, Dabney e Salzman (1988) estudaram trauma na coluna dos ratos; Joe (1990) estimulou eletricamente e unilateralmente ratos buscando gerar alterações na coluna vertebral; Kasuga (1994) fez sutura nos músculos próximos às vértebras limitando a movimentação; Stokes et al. (2002) comprometeram o crescimento dos condrócitos alterando mecanicamente as vértebras; Machida et al. (2005) fizeram pinealectomia nos ratos e sugeriram relações entre a

concentração plasmática de melatonina e alterações posturais; Junko et al (2006) induziram a curvatura escoliótica em ratos reduzindo os níveis de melatonina e ainda, amputaram os membros anteriores para que o animal assumisse a postura bípede.

Nesse contexto, Arruda, Silva e Guirro (2008) obtiveram êxito em implantar a condição escoliótica de forma não invasiva, deixando caracterizado o perfil obtido como sendo em “C” sinistro convexa, nível toraco-lombar, 45° de inclinação, acompanhada de expressiva redução no conteúdo glicogênico, bem como na concentração de proteína total muscular.

Tendo caracterizado o perfil gerado pelo modelo, esforços foram empenhados em implantar a escoliose com a mesma metodologia, porém, com angulação de 25° e simultaneamente ao período de indução intervir com um protocolo cinesioterapêutico constituído de alongamento estático.

2. Objetivos

Induzir a escoliose leve (< 25°) e concomitante ao período de indução, aplicar um protocolo de alongamento de modo que após as doze semanas de indução fosse realizada uma análise metabólica dos músculos respiratórios e paravertebrais.

3. Desenvolvimento

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), sob protocolo n.º010/07

Foram utilizados albinos Wistar com 42 dias de vida (período de desmame), experimentados por 12 semanas e distribuídos em 3 grupos experimentais (n=6): controle (C), escoliótico (E) e escoliótico alongado (EA). Durante todo período experimental os animais foram mantidos em condições ideais de bioterismo.

Após o desmame (42 dias) o dispositivo indutor de escoliose foi ajustado de modo que a coluna apresentasse uma inclinação de 25° à direita, desenvolvendo assim uma escoliose sinistro-convexa. Os coletes foram trocados a cada 07 dias de acordo com o crescimento do animal, permanecendo até a 12ª semana de experimento.

O protocolo de alongamento estático foi aplicado 3 vezes por semana em dose de 3 séries de 30 segundo com 15 de intervalo, sendo que o dispositivo era retirado e uma pressão era aplicada na convexidade deixando a coluna em 70° de inclinação contrária a inclinação induzida pelo dispositivo. Ao fim de cada sessão o dispositivo era recolocado.

Os ratos foram decapitados para que amostras dos músculos peitoral, diafragma, intercostal e paravertebrais fossem coletadas de ambos os lados e prontamente encaminhadas para avaliação bioquímica.

Para a determinação da concentração de glicogênio muscular seguiu-se a proposta de Siu, Russeau e Taylor (1970), sendo que os valores foram expressos em mg/100mg de peso úmido.

No intuito de determinar a concentração de proteínas totais foi utilizado o método do biureto, sendo que os valores são expressos em mg/mL.

A avaliação estatística foi realizada pelo teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov seguido do teste de Tukey com nível crítico de 5%.

4. Resultado e Discussão

Na avaliação radiológica da ângulação escoliótica após a retirada do dispositivo indutor foi verificado que o grupo escoliótico apresentou um ângulo de 27,5+/-0,3° enquanto no grupo alongado, o ângulo foi 16% menor atingindo 23+/-0,5° (p<0,05) conforme figura 1.

Em relação ao efeito do alongamento sobre o conteúdo muscular de glicogênio, observou-se que o grupo escoliótico alongado apresentou na região côncava reservas glicogênicas expressivamente maiores se comparado ao grupo escoliótico não alongado. Assim, as amostras musculares do lado direito foram 70% maiores no peitoral, 32% no intercostal, 16% no diafragma, 39% no paravertebral e 25% no abdominal de acordo com a tabela 1.

O alongamento também surtiu efeito no lado convexo, onde as reservas glicogênicas apresentaram-se maiores no grupo escoliótico alongado quando comparado ao escoliótico não alongado. Neste sentido as amostras musculares do lado esquerdo (convexo) foram 45% maiores no peitoral, 43% no intercostal, 56% no diafragma, 51% no paravertebral e 26% no abdominal conforme segue na tabela

1.

Por fim, foi realizada a análise da concentração de proteínas totais nos músculos respiratórios e paravertebrais, sendo constatado que concomitante a escoliose houve uma expressiva redução na concentração de proteínas totais atingindo 14% no intercostal direito, 17% no intercostal esquerdo, 7% no peitoral direito, 20% no peitoral esquerdo e no paravertebral direito e 8% no paravertebral esquerdo ($p < 0,05$). Um fato merecedor de destaque é que o grupo submetido ao alongamento, também apresentou redução em suas reservas energéticas, porém, quando comparado ao grupo escoliótico nota-se que o conteúdo de proteínas totais foi maior atingindo valores de 7% maior no intercostal direito e no intercostal esquerdo, 7,5% no peitoral direito, 6% no peitoral esquerdo, 8% no paravertebral direito e 6% no paravertebral esquerdo de acordo com a tabela 2 ($p < 0,05$).

Em relação à biomecânica apresentada pelo modelo, Arruda, Silva e Guirro (2008) analisaram uma escoliose de 45° que não foi submetida a nenhuma intervenção. Já no presente estudo foi constatada uma escoliose de 27° no grupo escoliótico e 23° no grupo que foi submetido ao alongamento, evidenciando assim redução de 16% na angulação. Esse resultado se deve ao fato de que as estruturas musculares, tendíneas, ligamentares e articulares, além de oferecerem estabilidade dinâmica à coluna vertebral, são totalmente suscetíveis a melhora da flexibilidade que é o principal efeito do alongamento, visto que assim seja favorecida a capacidade de adquirir fibras musculares com melhor dinâmica contrátil no que diz respeito ao complexo actomiosina, possivelmente beneficiado pelo aumento dos sarcomeros em série (BRANCO et al, 2006).

Em recente estudo realizado por Grassi e Silva (2008) e Arruda, Silva e Guirro (2008), na avaliação da concentração de proteína total dos músculos respiratórios e paravertebrais foi constatado que o grupo escoliótico apresentou em média 33% menor concentração quando comparados ao grupo controle, sendo indicativo de uma importante modificação na relação síntese/degradação proteica, sugerindo a existência de dois padrões, ou seja, redução no processo de síntese ou predomínio de fatores indutores de proteólise.

No presente estudo os achados supracitados também foram encontrados no grupo escoliótico e no grupo alongado, porém nota-se menor comprometimento visto 15% e 9% respectivamente. Convém ressaltar que essa diferença pode ser justificada pelo fato de que no presente estudo a angulação da curvatura foi de 25° e no estudo realizado por Grassi e Silva (2008) a angulação da curvatura foi de 45°. Contudo é de se notar que o alongamento se refletiu de forma bastante satisfatória na concentração muscular de proteína total.

O consenso no que diz respeito ao alongamento, se dá pelo estudo realizado por Bandy e Iron (1994), ao testarem o efeito de sessões de alongamentos mantidos por 15, 30 e 60 segundos realizadas uma vez por dia em humanos. Esse estudo concluiu que 30 segundos de alongamento diário realizado apenas uma vez ao dia foi suficiente para aumentar a amplitude de movimento (ADM) nos músculos isquiotibiais de adultos jovens. Convém ressaltar que não se observou diferença significativa quando o protocolo foi realizado duas vezes ao dia.

Em outro estudo, Grady e Saxena (1991), também mostraram que 30 segundos de alongamento, realizado uma vez ao dia, em humanos, foi suficiente para aumentar e manter a ADM, porém os objetivos e os grupos musculares alongados devem ser levados em conta.

Na prática clínica, tem sido proposto que, para que ocorra aumentos significativos de ADM, o alongamento deve ser realizado cinco vezes por semana. No entanto Frontera, Dawson e Slovick (1999) atestaram que, duas a três sessões semanais são suficientes para gerar ganhos de ADM e ainda após o ganho, uma sessão de alongamento semanal é eficiente para sua manutenção.

No presente estudo observa-se que as reservas glicogênicas dos músculos respiratórios e paravertebrais, apresentaram redução tanto no grupo escoliótico, quanto no escoliótico alongado, evidenciando assim um comprometimento do perfil energético, porém, no grupo submetido ao alongamento essa redução foi menos severa. Desta forma, é interessante ressaltar que o estímulo pode ter propiciado a aquisição de melhores condições metabólicas, uma vez que, o alongamento amplia os limites de amplitude das articulações, promove reorganização do tecido de sustentação dos ossos e cartilagens, principalmente de suas proteínas, que são constantemente recicladas (BEEDLE; MANN, 2007).

5. Considerações Finais

Visto que a condição quimio-metabólica apresentada pelos animais que receberam alongamento foi mais próxima da ideal fica sugestivo que este recurso ativa vias ligadas à homeostasia, minimizando assim as alterações induzidas pela escoliose. Contudo, o alongamento é um recurso simples que merece maior atenção na prática clínica, sendo que é necessária a realização de estudos clínicos aleatórios para subsídios de uma aplicação terapêutica eficaz que visa à contenção e/ou regressão da curvatura escoliótica.

Referências Bibliográficas

ARRUDA, E. J.; SILVA, C.A.; GUIRRO, R.R.J. Avaliação das reservas glicogênicas dos músculos peitorais e paravertebrais após indução de escoliose em ratos. In: 6° Mostra Acadêmica da UNIMEP - XVI Congresso de Iniciação Científica, 2008, Piracicaba.

Anais da **6º Mostra Acadêmica da UNIMEP**, 2008.

BANDY, W.D.; IRON, J.M. The effect of time on static stretch on the flexibility of hamstring muscles. **Phys Ther.** v. 74, n. 9, p. 845-852, 1994.

BEEDELE, B.B.; MANN, C.L. No difference in pre- and postexercise stretching on flexibility. **J Strength Cond Res.** v. 3, p. 21:780, 2007.

BRANCO, V.R et al . Relação entre a tensão aplicada e a sensação de desconforto nos músculos isquiotibiais durante o alongamento. **Rev. bras. fisioter.** São Carlos, v. 10, n. 4, p. 465-472, dez. 2006.

FRONTERA, W.R.; DAWSON, D.M.; SLOVIK, D.M. Exercise in rehabilitation medicine. USA: **Human Kinetics.** 1999.

GOTO, M. et al. Buckling and bone modeling as factors in the development of idiopathic Scoliosis. **Spine.** v. 28, n. 4, p. 364-70, 2003.

GRADY, J.F.; SAXENA, A. Effects of stretching the gastrocnemius muscle. **J Foot Ankle Surg.** v. 30, n. 5, p. 465-469, 1991.

GRASSI, D.O.; SILVA, C.A. Avaliação das Reservas Glicogênicas dos Músculos Respiratórios Durante o Desenvolvimento da Escoliose Através de Colete de PVC: Estudo em Ratos.. In: 6º Mostra Acadêmica da UNIMEP - XVI Congresso de Iniciação Científica, 2008, Piracicaba. Anais da **6º Mostra Acadêmica da UNIMEP**, 2008.

HERZOG, W.; SCHACHAR, R.; LEONARD, T.R. Characterization of the passive component of force enhancement following active stretching of skeletal muscle. **J Exp Biol.** v. 206, p. 3635-43, 2003.

JOE, T. Studies of experimental scoliosis produced by electric stimulation. **Nippon Zasshi.** v. 57, n. 5, p. 416-426, 1990.

KASUGA, K. Experimental scoliosis in the rat spine induced by binding the spinous processes. **Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi.** v. 68, n. 9, p. 789-807, 1994.

KISNER, C.; COLBY, L.A. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas. 4. ed. São Paulo: **Manole**, 2005.

JUNKO, O. et al. Bipedal ambulation induces experimental scoliosis in C57BL/6J mice with reduced plasma and pineal melatonin levels. **J Pineal Res.** v. 40, p. 219-224, 2006.

MARQUES, A.P. et al. Scoliosis treated with Global Postural Reeducation. **Rev. Fisioter. Univ. São Paulo.** v. 3, n.112, p. 65 – 68, 1996.

MACHIDA, M. et al. Pathological mechanism of idiopathic scoliosis: experimental scoliosis in pinealectomized rats. **Eur Spine J.** v. 14, n. 9, p. 843-8, 2005.

SARWARK, J.F.; DABNEY, K.W.; SALZMAN, S.K. Scoliosis in the rat. Methodology, anatomic features. **Spine.** v. 13, n. 5, p. 466-471, 1988.

SIU, L.O.; RUSSELL, J.C.; TAYLOR, A.W. Determination of glycogen in small tissue samples. **J Appl Phys.** 1970.

STOKES, I.A. et al. Mechanical modulation of vertebral and tibial growth: diurnal versus full-time loading. **Study Health Technol Inform,** v. 91, p. 97-100, 2002.

TANAKA, H. et al. The experimental study of scoliosis in bipedal rat. **Arch Orthop Trauma Surg,** v. 101, n. 1, p. 1-27, 1982.

Anexos



Figura 1 – Os exames radiográficos dos grupos escoliótico alongado (EA) e escoliótico (E), evidenciam a inclinação da coluna, o que caracteriza o quadro escoliótico.

Tabela 1 - Conteúdo de glicogênio (mg/100mg) dos músculos respiratórios e paravertebrais dos grupos controle, escoliótico e escoliótico alongado. Os valores correspondem à média \pm epm, n=6. *p<0,05 comparado ao controle, #p<0,05 comparado ao escoliótico.

Músculos	Controle	Escoliótico	Escoliótico Alongado
Abdominal esquerdo	0,59 \pm 0,02	0,38 \pm 0,03*	0,48 \pm 0,03*#
Abdominal direito	0,61 \pm 0,06	0,44 \pm 0,03*	0,55 \pm 0,04*#
Diafragma esquerdo	0,34 \pm 0,02	0,23 \pm 0,03*	0,36 \pm 0,02#
Diafragma direito	0,35 \pm 0,04	0,44 \pm 0,01*	0,51 \pm 0,02*#
Intercostal esquerdo	0,55 \pm 0,005	0,30 \pm 0,02*	0,43 \pm 0,02*#
Intercostal direito	0,51 \pm 0,04	0,43 \pm 0,02*	0,57 \pm 0,02#
Peitoral esquerdo	0,49 \pm 0,03	0,29 \pm 0,01*	0,42 \pm 0,03*#
Peitoral direito	0,50 \pm 0,06	0,34 \pm 0,02*	0,58 \pm 0,05#
Paravertebral esquerdo	0,44 \pm 0,02	0,27 \pm 0,03*	0,41 \pm 0,01#
Paravertebral direito	0,55 \pm 0,06	0,38 \pm 0,03*	0,53 \pm 0,04#

Tabela 2 - Concentração muscular de proteína total (mg/100mg) dos grupos controle, escoliótico e escoliótico alongado após 12 semanas. O lado esquerdo é o convexo e o direito é o côncavo. Os valores correspondem à média±epm, n=6. *p<0,05 comparado ao controle. #p<0,05 comparado ao escoliótico.

Músculos	Controle	Escoliótico	Escoliótico Alongado
Abdominal	3,49±0,02	3,19±0,06*	3,39±0,01*#
Diafragma	3,88±0,02	3,63±0,02*	3,67±0,03*#
Intercostal direito	3,45±0,02	3,04±0,03*	3,36±0,01#
Intercostal esquerdo	3,46±0,03	2,87±0,02*	3,09±0,02*#
Peitoral direito	3,28±0,03	3,06±0,03*	3,29±0,01#
Peitoral esquerdo	3,69±0,04	2,93±0,03*	3,10±0,01*#
Paravertebral direito	3,41±0,03	3,22±0,03*	3,47±0,02#
Paravertebral esquerdo	3,39±0,01	3,12±0,03*	3,32±0,03#