



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE RESIDÊNCIA MULTIPROFISSIONAL EM SAÚDE  
ATENÇÃO INTEGRAL AO PACIENTE COM NECESSIDADES ESPECIAIS

LUCIANA NUNES SILVA

**COMPORTAMENTO DO MÚSCULO ESTERNOCLEIDOMASTOIDEO EM  
CRIANÇAS COM SÍNDROME DE DOWN**

Uberlândia – MG

2018

LUCIANA NUNES SILVA

**COMPORTAMENTO DO MÚSCULO ESTERNOCLEIDOMASTOIDEO EM  
CRIANÇAS COM SÍNDROME DE DOWN**

Trabalho apresentado à Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia como requisito para obtenção do título de Residente Multiprofissional em Atenção Integral ao Paciente com Necessidades Especiais. O artigo será enviado posteriormente à revista Research in Developmental Disabilities.

Orientadora: Ma. Andrezza Aparecida Aleixo  
Coorientadora: Dr.<sup>a</sup> Vívian Mara Gonçalves de Oliveira Azevedo

Uberlândia – MG

2018

## Sumário

Resumo .....	1
Abstract .....	2
O que o artigo acrescenta .....	2
Destaques .....	3
1. Introdução .....	3
2. Metodologia .....	4
2.1. Coleta de dados .....	4
2.2. Análise dos dados .....	6
2.3. Análise estatística .....	6
3. Resultados .....	6
4. Discussão .....	8
5. Conclusão .....	11
6. Referências .....	12
7. Anexo (Normas da Revista) .....	15

## **COMPORTAMENTO DO MÚSCULO ESTERNOCLEIDOMASTOIDEO EM CRIANÇAS COM SÍNDROME DE DOWN**

Luciana Nunes Silva <sup>a</sup>, Merienne Rezende Silva<sup>a</sup>, Andrezza Aparecida Aleixo <sup>b</sup>, Mariana Zucherato D'Arcadia<sup>b</sup>, Iraídes Oliveira<sup>c</sup>, Adriano Alves Pereira<sup>c</sup>, Vívian Mara Gonçalves de Oliveira Azevedo <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Fisioterapeuta Residente Programa de Residência em Área Profissional da Saúde (Uni e Multiprofissional) - PRAPS/FAMED/UFU. Hospital de Clínicas de Uberlândia - HCU/UFU - Av. Pará 1888 - Umuarama, CEP 38405-320, Uberlândia - MG, Brasil.

<sup>b</sup> Fisioterapeuta do Hospital de Clínicas de Uberlândia - HCU/UFU - Av. Pará 1888 - Umuarama, CEP 38405-320, Uberlândia - MG, Brasil.

<sup>c</sup> Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia. Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG, 38400-902.

<sup>d</sup> Docente do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Campus Educação Física. Rua Benjamim Constant, 1286, Uberlândia - MG - CEP 38400-678. vivian.azevedo@ufu.br\*

### **RESUMO**

A Síndrome de Down (SD) é uma anormalidade cromossômica caracterizada pela hipotonia generalizada, a qual compromete o desenvolvimento motor, as habilidades funcionais e a função respiratória de crianças e adultos. O presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento do músculo esternocleidomastoideo de lactentes com SD por meio da eletromiografia de superfície. Quatorze crianças com idade média de 11 meses foram incluídas na pesquisa e divididas em 2 grupos: GSD - composto por sete lactentes com SD; e GC – composto por sete lactentes típicos. A avaliação se deu por meio do aparelho EMG System™ do Brasil conectado a um computador portátil. Os eletrodos foram fixados no ventre muscular paralelos às fibras musculares e o sinal foi captado com uma frequência de amostragem de 10kHz. Foram avaliadas variáveis do domínio da frequência (Fmédia, F50, F80 e Fpico). Todas as variáveis analisadas apresentaram menores valores no GSD, o que é indicativo da própria hipotonia muscular com o predomínio de ativação de fibras musculares tipo I. Portanto, comprehende-se que a funcionalidade dos músculos respiratórios também pode ser comprometida pela SD tornando necessária maior atenção às condições respiratórias destas crianças, a fim de evitar futuras comorbidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** Síndrome de Down; Eletromiografia; Músculos Respiratórios

\* Autor correspondente em: Rua Benjamim Constant, 1286, Uberlândia - MG - CEP 38400-678. E-mail para contato: vivian.azevedo@ufu.br

## ABSTRACT

Down Syndrome (DS) is a chromosomal abnormality characterized by generalized hypotonia, which compromises the motor development, functional abilities and respiratory function of children and adults. The present study aimed to evaluate the sternocleidomastoid muscle behavior of infants with DS by surface electromyography. Fourteen children with a mean age of 11 months were included in the study and divided into 2 groups: GSD - composed of seven infants with DS; and GC - composed of seven typical infants. The evaluation was done using the EMG System™ device from Brazil connected to a laptop computer. The electrodes were fixed in the muscular belly parallel to the muscle fibers and the signal was captured with a sampling frequency of 10 kHz. Variables of the frequency domain (Fmédia, F50, F80 and Fpico) were evaluated. All the analyzed variables had lower values in the GSD, which is indicative of muscular hypotonia itself with the predominance activation of type I muscle fibers. Therefore, it is understood that the respiratory muscles functionality can also be compromised by the SD, requiring greater attention to the respiratory conditions of these children, in order to avoid future comorbidities.

**KEYWORDS:** Down Syndrome; Electromyography; Respiratory Muscles

## O QUE O ARTIGO ACRESCENTA

O estudo foi capaz de avaliar o músculo esternocleidomastoideo de lactentes com Síndrome de Down (SD) no primeiro ano de vida já refletindo importantes alterações que podem comprometer o desempenho funcional da musculatura respiratória destas crianças. Dessa forma, ele salienta a relevância de se atentar às condições respiratórias de crianças com SD precocemente a fim de evitar futuras complicações respiratórias. Além disso, desconhece-se estudos com metodologia semelhante avaliando musculatura respiratória de crianças com SD. Portanto, este estudo traz uma nova perspectiva para futuros estudos que investiguem a repercussão da hipotonia sobre a musculatura respiratória.

## DESTAQUES

- Maior ativação de fibras tipo I em lactentes com Síndrome de Down
- Lactentes com Síndrome de Down têm maior risco para complicações respiratórias
- Músculos respiratórios de lactentes com Síndrome de Down têm maior risco de fadiga

## 1. INTRODUÇÃO

A Síndrome de Down (SD) é uma anormalidade cromossômica que se relaciona a alterações do desenvolvimento de funções motoras, físicas e mentais (Fidler et al., 2005; Furlan et al., 2015; Scapinelli et al., 2016). Crianças com SD se caracterizam por apresentarem padrões de movimentos anormais, hipotonia e hiperflexibilidade, sendo estas mais evidentes ao final do primeiro ano de vida (Fidler et al., 2005).

Além do atraso no desenvolvimento motor, estas crianças também apresentam fraqueza muscular respiratória a qual é atribuída à hipotonia típica da própria síndrome (Silva et al., 2010; Castoldi et al., 2012; Furlan et al., 2015; Costa et al., 2015). Silva e colaboradores (2010) ressaltam ainda a associação do sedentarismo e obesidade, frequentes nessa população, às menores pressões respiratórias máximas demonstradas pelos indivíduos adultos com SD.

Sendo assim, as alterações respiratórias são comuns nas crianças com SD, com destaque para a síndrome da apneia obstrutiva do sono, anormalidades estruturais de vias aéreas superiores e pulmões, predisposição a infecções recorrentes do trato respiratório inferior como bronquiolites e pneumonia (Pandit & Fitzgerald, 2012; Verstegen Et Al., 2012; Wong & Rosen 2017). Essas condições podem predispor a fadiga muscular devido ao aumento da demanda respiratória imposta (Vo & Kharasch, 2014).

Considera-se que a fadiga dos músculos respiratórios é um limitador potencial nas atividades intensas (Ratnovsky et al., 2008). Ela é dependente da predominância dos tipos de fibras musculares presentes, ou seja, a predominância entre fibras do tipo I e tipo II, resistentes e não resistentes à fadiga, respectivamente (Keens et al., 1978). Embora os estímulos nervosos sejam os principais responsáveis pela determinação da predominância de tipos de fibras musculares, outros fatores também podem provocar adaptações neste

predomínio, como, por exemplo, modificações das demandas funcionais (Keens et al., 1978; Minamoto, 2005), o que é notório nas crianças com SD.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar, por meio da eletromiografia de superfície, o comportamento do músculo esternocleidomastoideo em lactentes com Síndrome de Down. Nossa hipótese foi que crianças com SD podem apresentar comprometimento da musculatura respiratória devido à hipotonia, com maior ativação de fibras musculares tipo I em relação às crianças típicas. Esta condição ratificaria a importância de, simultaneamente à intervenção precoce para o desenvolvimento global, tratamento em relação às possíveis complicações respiratórias.

## 2. METODOLOGIA

Foi realizado um estudo quantitativo transversal no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia (FAEFI – UFU). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da mesma universidade sob o parecer 1.213.040 e foi exigido consentimento informado por escrito de todos os responsáveis pelas crianças avaliadas.

Crianças de 9 a 14 meses de idade, de ambos os sexos e acompanhadas no ambulatório de atenção e cuidados infantis do Hospital de Clínicas de Uberlândia/UFU, foram incluídas na pesquisa. Os lactentes incluídos foram divididos em dois grupos: grupo SD (GSD) – lactentes diagnosticados com Síndrome de Down; e grupo controle (GC) composto por lactentes saudáveis. Lactentes nascidos prematuramente, com malformações neuromusculoesqueléticas, disfunção neurológica e motora, traqueostomizados, gastrostomizados e com diagnóstico de hemorragia peri-intraventricular (grau >II) não foram incluídos na pesquisa.

### 2.1 Coleta de dados

A coleta de dados foi feita por uma equipe de três fisioterapeutas treinados, cada um com função diferenciada, sendo cada etapa verificada por todos os três membros da equipe. Uma pesquisadora foi responsável pela captura do sinal eletromiográfico e os outros dois, pelo posicionamento da criança e dos eletrodos.

O grau de ativação muscular foi mensurado por meio da eletromiografia de superfície (EMG), que tem, entre uma das funções, a avaliação da resistência muscular respiratória e fadiga, caracterizada pela queda no espectro de potência do sinal EMG e na relação entre as bandas de alta frequência e de baixa frequência (Ratnovsky et al., 2008).

Os sinais EMG foram coletados em equipamento EMG System™ do Brasil conectado ao computador portátil. Eletrodos descartáveis (3M®, Brasil), com suporte de espuma, foram aplicados à pele dos lactentes com gel sólido, adesivo acrílico hipoalergênico, pino de aço inoxidável e chave de cloreto de prata.

Os eletrodos foram posicionados paralelos ao sentido das fibras musculares no ventre do músculo esternocleidomastoideo (ECOM) com distância de 2cm entre os eletrodos de mesmo canal. Este músculo foi avaliado por ser superficial e auxiliar na mecânica respiratória (Ratnovsky et al., 2008). Os eletrodos foram fixados no ponto médio do ventre do ECOM e o eletrodo de referência sobre o acrônio (Hawkes et al., 2007; Moraes et al., 2012; Brasileiro-Santos et al., 2012). Todos os eletrodos foram posicionados no hemicorpo direito a fim de minimizar a interferência do sinal eletrocardiográfico.

Após a localização do ponto de fixação dos eletrodos, a área da pele foi limpa com álcool etílico 70% para reduzir a impedância da pele e eliminar interferências de sinais elétricos (Hawkes et al., 2007; Moraes et al., 2012; Brasileiro-Santos et al., 2012). Logo após, o lactente foi posicionado em decúbito dorsal com a cabeça em posição neutra na linha média com apoio de cabeça adaptado (Figura 1). Para que a criança mantivesse a cabeça estática, brinquedos, filmes e entretenimento foram posicionados 40cm acima de seus olhos. O responsável por cada criança esteve presente durante todo o procedimento.

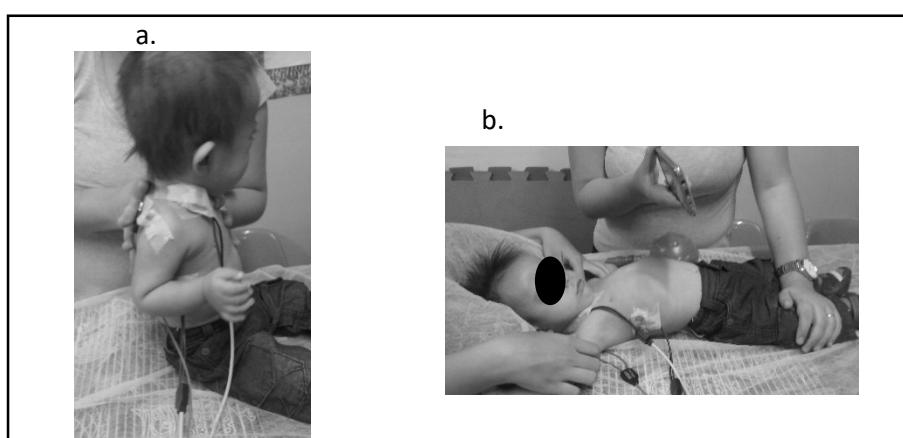


Figura 1- a) Posicionamento dos eletrodos no esternocleidomastoideo e acrônio. b) Posicionamento da criança durante coleta de dados.

Os sinais foram gravados durante pelo menos 23 segundos para garantir uma boa confiabilidade de dados com base no tempo mínimo de 16 segundos (Dornelas de Andrade et al., 2005; Hutten et al., 2008; Hutten et al., 2010; Kraaijenga et al., 2015). Foi utilizada uma frequência de amostragem de 10kHz.

As seguintes variáveis foram calculadas: F50 - frequência mediana do espectro, ou seja, que divide o espectro em duas partes iguais; Fmedia - média de todas as frequências coletadas; Fpico - frequência obtida com maior potência do sinal; F80 - frequência mensurada com 80% do tempo de coleta (Ferreira et al., 2010; Konrad, 2005).

## **2.2 Análise dos dados**

Foi necessário filtrar o sinal EMG, retirando o sinal do eletrocardiograma (ECG). Os dados referentes aos momentos em que a criança chorou ou se movimentou foram excluídos durante análise visual posterior. O sinal EMG foi filtrado por meio do filtro Butterworth de passagem de 5<sup>a</sup> ordem, com menor frequência de corte de 20 Hz e frequência de corte superior de 500 Hz. Cada variável foi calculada por reamostragem de 1000 vezes.

## **2.3 Análise estatística**

As análises estatísticas foram realizadas pelo software R. Utilizou-se o teste Shapiro-Wilk para testar a normalidade das variáveis. Como elas não apresentaram distribuição normal, a análise estatística foi feita utilizando o teste não paramétrico Wilcoxon para comparação entre os grupos. As diferenças foram consideradas significativas com nível de p inferior a 5%.

## **3. RESULTADOS**

Foram incluídas 14 crianças de ambos os sexos, sendo 7 crianças em cada grupo. Os grupos foram semelhantes quanto à idade cronológica, sexo e Índice de Massa Corporal (IMC). Foram incluídas três lactentes do sexo feminino em cada grupo. Todas as crianças apresentavam controle de cabeça e de tronco no momento da coleta de dados. Apenas duas crianças do GSD ainda sentavam mantendo apoio triplo (sustentação pelas mãos), porém, o

sinal EMG destas não diferiu das demais. O resumo das características dos lactentes é apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características dos lactentes incluídos no estudo.

Características	Grupos	
	GSD n = 7	GC n = 7
Idade (meses)	11 (1,94)	11 (1,27)
Idade gestacional (semanas)	38 (0,2)	40 (1,0)
Peso ao nascimento (kg)	2,908 (0,597)	3,218 (0,257)
Peso atual (kg)	7,822 (1,173)	9,880 (2,260)
Altura (cm)	70 (2,77)	72 (4,33)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	16,09	19,05

Os valores estão apresentados em média (desvio padrão)

GSD = grupo Síndrome de Down; GC = grupo controle; IMC = Índice de Massa Corporal

Seis crianças do GSD tinham cardiopatias congênitas, sendo a comunicação interventricular e a comunicação interatrial as cardiopatias mais comuns entre elas (n=4). As demais cardiopatias apresentadas foram persistência do canal arterial (n=3) e defeito do septo atrioventricular (n=2). Dentre estas crianças, apenas uma havia sido submetida à cirurgia corretiva. O sinal EMG da criança com SD não cardiopata e da criança já operada não diferiram dos demais sinais do GSD.

Os sinais EMG do músculo ECOM apresentaram diferença estatística significante entre os grupos para todas as variáveis analisadas (Fpico, Fmedia, F80 e F50). Todos os valores foram menores para o GSD em relação ao GC (Tabela 2 e Figura 1).

**Tabela 2.** Características do sinal eletromiográfico do músculo esternocleidomastoideo.

Variáveis	Grupos		p-valor
	GSD n = 7	GC n = 7	
Fpico	139 (90 – 188)	213 (132 – 294)	0,00
Fmedia	143 (104 – 182)	281 (209 – 353)	0,00
F80	167 (117 – 217)	341 (252 – 430)	0,00
F50	139 (92 – 186)	244 (170 – 318)	0,00

Os dados são apresentados em média (intervalo de confiança de 95%).

\* p-valor significante para o teste de Wilcoxon com margem de erro de 5%.

GSD = grupo Síndrome de Down, GC = grupo controle, Fpico = frequência com maior potência alcançado no espectro, Fmedia = frequência média do sinal coletado, F80 = frequência a 80%, F50 = frequência mediana do espectro.

#### 4. DISCUSSÃO

Com o objetivo de avaliar o comportamento do músculo ECOM de lactentes com SD por meio da EMG de superfície, foi possível observar menor frequência de disparos de potenciais de ação das unidades motoras do GSD. Essa característica pode ser devido a hipotonia muscular e a maior ativação das fibras musculares do tipo I (Casabona et al., 2012; Argov et al., 1984; Shumway-Cook & Woollacott 1985; Corrêa et al., 2011).

A hipotonia muscular na SD tem sido explicada pela redução da quantidade de células cerebelares, alterações metabólicas, retardo psicomotor e comprometimento do mecanismo de reflexo de estiramento, consequente às alterações sensório-motoras (Corrêa et al., 2011; Scapinelli et al., 2016; Massó-Ortigosa et al., 2017; Shumway-Cook & Woollacott 1985; Espindula et al., 2015). Ela é caracterizada pela redução dos inputs nervosos nos músculos (Shumway-Cook & Woollacott 1985; Corrêa et al., 2011). Dessa forma, o sinal EMG de um músculo hipotônico expressa menores frequências (Black et al., 2009), como observado em nossos achados, visto que todas as variáveis do domínio da frequência avaliadas foram menores (Fmedia, F50 e F80 e Fpico).

A relação entre F50 e Fmédia, medidas pela EMG, com o tipo de fibra muscular tem sido demonstrada por vários estudos (Kupa et al., 1995; Gerdle et al., 1991; Ferreira et al., 2010). Os músculos com maior porcentagem de fibras tipo 2 exibem valores iniciais de F50 e Fmedia maiores. Estes parâmetros podem predizer o tipo de fibra muscular predominante no músculo avaliado (Kupa et al., 1995). Nossos resultados evidenciaram menores valores de F50 e Fmedia no GSD, logo, sugere-se que haja maior ativação de fibras musculares tipo I no ECOM do GSD.

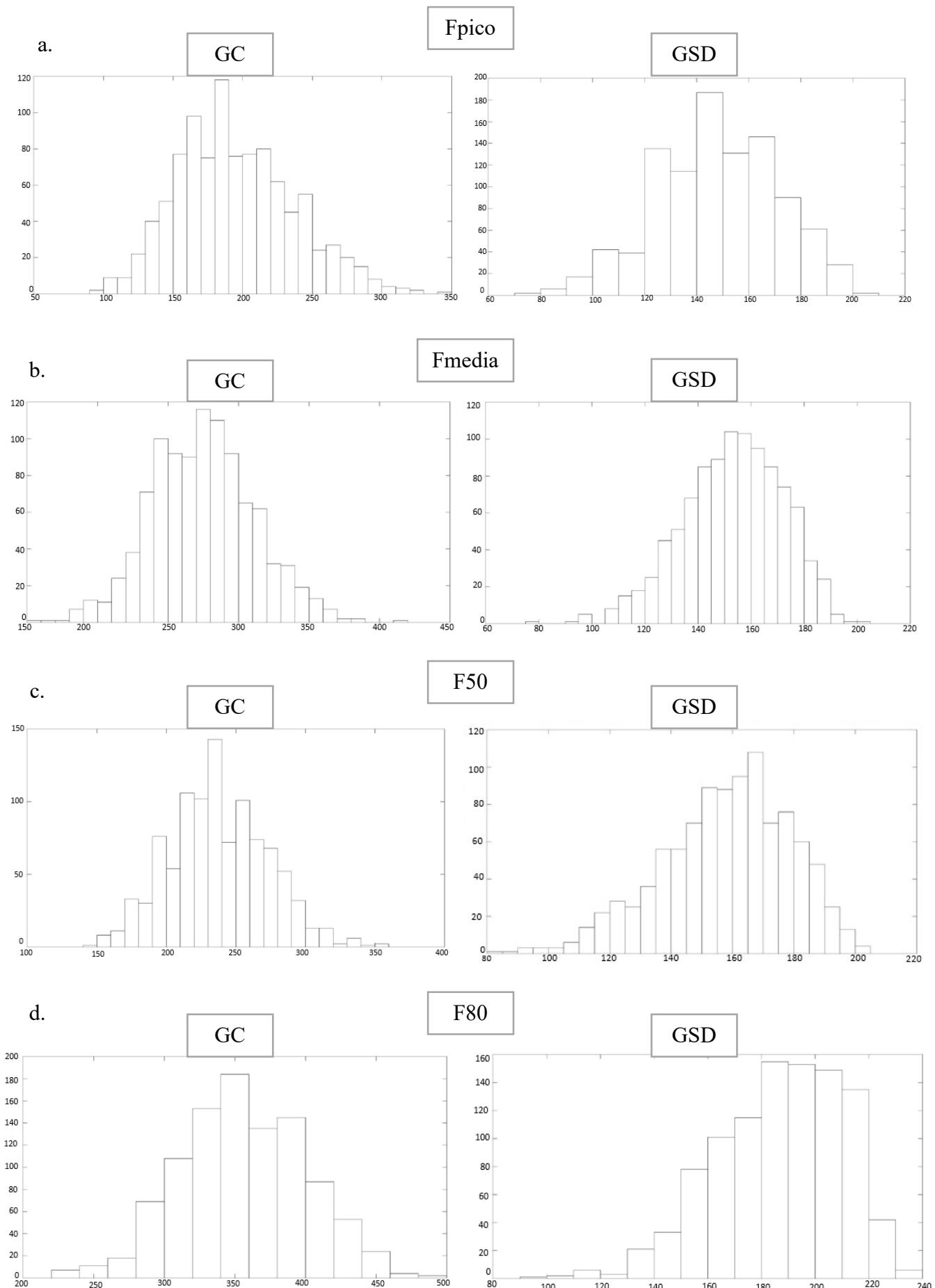


Figura 2- Histogramas de distribuição dos dados nos grupos Síndrome de Down (GSD) e Controle (GC), em que  
a) Fpico = frequência com maior potência alcançada no espectro; b) Fmedia = médias das frequências coletadas;  
c) F50 = frequência mediana do espectro; d) F80 = frequência a 80% do sinal.

Em adultos típicos, o músculo ECOM é composto por cerca de 60 a 65% de fibras musculares tipo II (Washino et al., 2017). Não encontramos relatos na literatura da porcentagem de tipos de fibras musculares no ECOM de crianças com SD. No entanto, corroborando com nossos achados, a predominância de fibras tipo I em músculos esqueléticos hipotônicos também tem sido reportada na literatura (Argov et al., 1984; Lawlor et al., 2010; Bing et al., 2013; Zim et al., 2003). Essa alteração pode ser atribuída a diversos processos que interferem na maturação da unidade motora, como as modificações de demandas funcionais pela própria hipotonía (Argov et al., 1984; Keens et al., 1978). Além disso, dentre os principais fatores capazes de estimular mudanças das fibras rápidas para lentas estão o aumento da atividade neuromuscular, a perda seletiva e o remodelamento de unidades motoras, além do hipotireoidismo (Minamoto, 2005). Estas alterações são encontradas frequentemente em indivíduos com SD (Pandit & Fitzgerald, 2012; Corrêa et al., 2011) e poderiam influenciar nas alterações evidenciadas por nossos achados.

Estudos com crianças com SD têm observado presença de fraqueza dos músculos respiratórios quando comparadas às crianças típicas (Castoldi et al., 2012; Costa et al., 2015; Furlan et al., 2015). Desordens neuromusculares que levam à fraqueza dos músculos respiratórios favorecem a redução da capacidade vital, fadiga destes músculos e falência respiratória (Ratnovsky et al., 2008; Vo & Krarasch, 2014).

Em momentos em que é necessário velocidade e força de contração, as fibras musculares tipo II são as principais recrutadas (Minamoto, 2005). A potência de contração da musculatura respiratória é exigida quando há aumento do trabalho respiratório (Washino et al., 2017). Dessa forma, a alteração da atividade dos tipos de fibras musculares no ECOM, como encontrado em nossos resultados, pode predizer falha para suprir o aumento da demanda respiratória. Assim, sugere-se que as crianças com SD apresentam maior probabilidade de evoluir para um quadro de insuficiência respiratória por falência muscular quando em condições que exigem maior esforço respiratório, como pneumonia, bronquiolite e aspiração (Vo & Krarasch, 2014).

O estudo de Uppal e colaboradores (2015) avaliou 558 indivíduos adultos com SD e 5580 indivíduos saudáveis com o objetivo de analisar os fatores de risco para mortalidade na SD. Os resultados evidenciaram que os principais contribuintes para a mortalidade eram as doenças respiratórias e a demência. No entanto, os autores ressaltaram que a insuficiência respiratória foi o único fator de risco exclusivo para população com SD.

Ressaltamos que, apesar da pequena amostra de crianças investigadas, nosso estudo infere que há redução importante da ativação das fibras musculares tipo II no músculo ECOM de crianças com SD durante o repouso. Dessa forma, sugerimos que o músculo ECOM de crianças com SD tem maior predisposição à fadiga, visto que perante a um aumento da demanda respiratória, estes terão necessidade de recrutar fibras de contração rápida, as quais são pouco ativadas para suprir a demanda.

## 5. CONCLUSÃO

As crianças com Síndrome de Down apresentaram maior ativação de fibras tipo I no músculo ECOM em comparação às crianças típicas, o que é comum em músculos hipotônicos. No entanto, o aumento na proporção de fibras musculares tipo I pode indicar maior risco de falência muscular respiratória nos indivíduos com SD.

Além disso, salientamos que esta investigação foi realizada em crianças no primeiro ano de vida. Sendo assim, maior atenção deve ser dada às condições respiratórias destas crianças, a fim de evitar futuras comorbidades.

- **Declaração de conflito de interesses:** não há.
- **Financiamento:** Esta pesquisa não recebeu nenhuma concessão específica de agências de financiamento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

## REFERÊNCIAS

- Argov, Z., Gardner-Medwin, D., Johnson, M.A. & Mastaglia, F.L. (1984). Patterns of muscle fiber-type disproportion in hypotonic infants. *Archives of Neurology*, 41, 53-57.
- Bing, Q., Hu, J., Li, N., Shein, H.R. & Zhao, Z. (2013). Clinical and skeletal muscle biopsy characteristics of 25 patients with floppy infant syndrome. *Clinical Neuropathology*, 32(6), 471-479.
- Black, D., Chang, C.L., Kubo, M., Holt, K. & Ulrich, B. (2009). Developmental trajectory of dynamic resource utilization during walking: toddlers with and without Down Syndrome. *Human Movement Science*, 28(1), p. 141–154.
- Brasileiro-Santos, M.S., Lima, A.M.J., Hunka, M.B.S., Neves, T.S., Andrade, M.A. & Santos, A.C. (2012). Atividade mioelétrica dos músculos respiratórios em crianças asmáticas durante manobra inspiratória máxima. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, 12 (3), 251-257.
- Casabona, A., Valle, M.S., Pisasale, M., Pantò, M.R. & Cioni, M. (2012). Functional assessments of the knee joint biomechanics by using pendulum test in adults with Down syndrome. *Journal of Applied Physiology*, 113(11), 1747–1755.
- Castoldi, A., Périco, E. & Grave, M. (2012). Avaliação da força muscular e capacidade respiratória em pacientes com síndrome de down após bad ragaz. *Revista Neurociências*, 20(3), 386-391.
- Corrêa, J.C.F., Oliveira, A.R., Oliveira, C.S. & Corrêa, F.I. (2011). A existência de alterações neurofisiológicas pode auxiliar na compreensão do papel da hipotonía no desenvolvimento motor dos indivíduos com síndrome de Down? *Fisioterapia e Pesquisa*, 18(4), 377-81.
- Costa, V.S.F., Silva, H.M., Alves, E.D., Coquerel, P.R.S., Silva, A.R. & Barros, J.F. (2015). Hippotherapy and respiratory muscle strength in children and adolescents with Down syndrome. *Fisioterapia em Movimento*, 28(2), 373-381.
- Dornelas de Andrade, A., Silva, T.N.S., Vasconcelos, H., Marcelino, M., Rodrigues-Machado, M.G., Galindo Filho, V.C., Moraes, N.H., Marinho, P.E.M. & Amorim, C.F. (2005). Inspiratory muscular activation during threshold® therapy in elderly healthy and patients with COPD. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15(6), 631–639.
- Espindula, A.P., Ribeiro, M.F., Souza, L.A.P.S., Ferreira, M.F. & Teixeira, V.P.A. (2013). Avaliação muscular eletromiográfica em pacientes com síndrome de Down submetidos à equoterapia. *Revista Neurociências*, 21(2), 218-226.
- Ferreira, A.S., Guimarães, F.S. & Silva, J.G. (2010). Aspectos metodológicos da eletromiografia de superfície: considerações sobre os sinais e processamentos para estudo da função neuromuscular. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 31(2), 11-30.
- Fidler, D.J., Hepburn, S.L., Mankin, G. & Rogers, S.J. (2005). Praxis skills in young children with Down Syndrome, other developmental disabilities, and typically developing children. *American Journal of Occupational Therapy*, 59(2), 129–138.
- Furlan, F.R., Sgariboldi, D., Brigatto, P. & Pazzianotto-Forti, E.M. (2015). Avaliação da força muscular respiratória em indivíduos com síndrome de down. *O Mundo da Saúde*, 39(2), 182-187.

- Gerdle, B., Henriksson-Larsen, Q.K., Lorentzon, R. & Wretlin, M.L. (1991). Dependence of the mean power frequency of the electromyogram on muscle force and fibre type. *Acta Physiologica Scandinavica*, 142(4), 457-65.
- Hawkes, E.Z., Nowicky, A.V. & McConnell, A.K. (2007). Diaphragm and intercostal surface EMG and muscle performance after acute inspiratory muscle loading. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 155(3) 213–219.
- Hutten, G.J., Van Eykern, L.A., Latzin, P., Kyburz, M., Van Aalderen, W.M. & Frey, U. (2008). Relative impact of respiratory muscle activity on tidal flow and end expiratory volume in healthy neonates. *Pediatric Pulmonology*, 43(9), 882–891.
- Hutten, G.J., Van Eykern, L.A., Latzin, P., Thamrin, C., Van Aalderen, W.M. & Frey, U. (2010). Respiratory muscle activity related to flow and lung volume in preterm infants compared with term infants. *Pediatric Research*, 68(4), 339–343.
- Kraaijenga, J.V., Hutten, G.J., De Jongh, F.H. & Van Kaam, A.H. (2015). Transcutaneous electromyography of the diaphragm: A cardio-respiratory monitor for preterm infants. *Pediatric Pulmonology*, 50(9), 889–895.
- Keens, T.G., Bryan, A.C., Levinson, H. & Ianuzzo, C.D. (1978). Developmental pattern of muscle fiber types in human ventilatory muscles. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 44(6), 909-913.
- Konrad, P. (2005). *The ABC of EMG: a practical introduction to kinesiological electromyography*. Boston: Noraxon EMG & Sensor Systems.
- Kupa, E.J., Roy, S.H., Kandarian, S.C. & De Luca, C.J. (1995). Effects of muscle fiber type and size on EMG median frequency and conduction velocity. *Journal of Applied Physiology*, 79(1), 23-32.
- Lawlor, M.W., Dechene, E.T., Roumm, E., Geggel, A.S., Moghadaszadeh, B. & Beggs, A.H. (2010). Mutations of tropomyosin 3 (TPM3) are common and associated with type 1 myofiber hypotrophy in congenital fiber type disproportion. *Human Mutation*, 31(2), 176-83.
- Massó-Ortigosa, N., Gutiérrez-Vilahú, L., Costa-Tutusaus, L., Oviedo, G.R. & Rey-Abella, F. (2017). Electromyographic analysis of ankle muscles in young adults with Down syndrome before and after the implementation of a physical activity programme based on dance. *Apunts Medicina de l'Esport*. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2017.11.002>.
- Minamoto, V.B. Classificação e adaptações das fibras musculares: uma revisão. (2005). *Fisioterapia e Pesquisa*, 12(3), 50-55.
- Moraes, K.J.R., Cunha, D.A., Bezerra, L.A., Cunha, R.A. & Silva, H.J. (2012). Surface electromyography: proposal of a protocol for cervical muscles. *Revista CEFAC*, 14(5), 918-924.
- Pandit, C. & Fitzgerald, D.A. (2012) Respiratory problems in children with Down syndrome. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 48(3), E147-E152.
- Ratnovsky, A., Elad, D. & Halpern, P. (2008). Mechanics of respiratory muscles. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 163(1-3), p. 82–89.
- Scapinelli, D.F., Laraia, E.M.S. & Souza, A.S. (2016). Evaluation of functional capabilities in children with Down Syndrome. *Fisioterapia em Movimento*, 29(2), 335-342.

- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M.H. (1985). Dynamics of postural control in the child with down syndrome. *Physical Therapy*, 65(9), 1315-22.
- Silva, V.Z.M., Barros, J.F., Azevedo, M., Godoy, J.R.P., Arena, R. & Cipriano Jr, G. (2010). Bone mineral density and respiratory muscle strength in male individuals with mental retardation (with and without Down Syndrome). *Research in Developmental Disabilities*, 31(6), 1585–1589.
- Uppal, H., Chandran, S. & Potluri, R. (2015). Risk factors for mortality in Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 59(9), 873–881.
- Verstegen, R.H.J., Van Gameren-Ooteron, H.B.M., Fekkes, M., Dusseldorp, E., De Vries, E. & Van Wouwe, J.P. (2013). Significant impact of recurrent respiratory tract infections in children with Down syndrome. *Child: care, health and development*, 39(6), 801-809.
- Vo, P. & Kharasch, V.S. (2014). Respiratory failure. *Pediatrics in Review*, 35(11), 476-484.
- Washino, S., Kanehisa, H. & Yoshitake, Y. (2017). Neck inspiratory muscle activation patterns during well-controlled inspiration. *European Journal of Applied Physiology*, 117(10), 2085-2097.
- Wong, W. & Rosen, D. (2017). Isolated mild sleep-associated hypoventilation in children with Down syndrome. *Archives of Disease in Childhood*, 102(9), 821-824.
- Zim, S., Schelper, R., Kellman, R., Tatum, S., Ploutz-Snyder, R. & Shprintzen, R. (2003). Thickness and histologic and histochemical properties of the superior pharyngeal constrictor muscle in velocardiofacial syndrome. *Archives of Facial Plastic Surgery*, 5(6), 503-10.

Número total de palavras: 4166.

## Anexo

### **NORMAS REVISTA**