

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

RESPOSTAS NEUROMUSCULARES NO CONTROLE POSTURAL DE
CRIANÇAS COM DESORDEM COORDENATIVA
DESENVOLVIMENTAL

Ana Carolina Chaves Larronda

PORTO ALEGRE, RS

2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**RESPOSTAS NEUROMUSCULARES NO CONTROLE POSTURAL DE
CRIANÇAS COM DESORDEM COORDENATIVA
DESENVOLVIMENTAL**

Ana Carolina Chaves Larronda

*Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ciências do Movimento
Humano - UFRGS, como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre.*

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Demétrio de Souza Petersen

PORTO ALEGRE, RS

2003

“Aos que a mim confiaram o poder de decidir o que fazer ou não, e aos que me auxiliaram a desenvolver a habilidade de discernir entre os dois”.

Agradecimentos

Aos meus **pais, padrinhos** e demais **familiares**, pelo carinho, confiança e apoio.

Ao meu orientador **Ricardo Petersen**, pelos ensinamentos e oportunidades no decorrer deste período, pela confiança e liberdade.

Aos amigos **Márcio Alves Oliveira, Camila Fatturi** e **Marines Ramos** pelas discussões acadêmicas, pelo carinho e companheirismo, os quais foram indispensáveis neste caminho.

Aos professores **José Angelo Barela, Jane Clark, Jill Withal** e **Jefferson Fagundes Loss**, pelas discussões na construção deste projeto.

Ao **Laboratório para Estudos do Movimento – LEM** do Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, **UNESP/Rio Claro**, por conceder o equipamento servo mecanismo, utilizado para movimentar a plataforma.

Aos membros do Laboratório para Estudos do Movimento – LEM - **Paulão, Paula, Daniela** e **Ana Paula**, pela recepção, carinho e atenção quando da minha estada em Rio Claro.

Ao **Pedro** e **Família** pelo amor, amizade, carinho e apoio.

Aos amigos e colegas **Marcelo Krás Borges, Fabiano Boesle, Sandra Lazzarini, Daniela Boccardi, Clarissa Bravo** (e “Jeanine”), **Iorana Marques, Cíntia Freitas, Flávio Castro, Leonardo Tartaruga** e **Vanessa Brecht**.

Aos bolsistas **Maurício Martelli** e **Luciana Carlucci**, pela dedicação na coleta e tratamento dos dados.

À estatística e amiga **Ceres Oliveira**, pelas lições.

À **Heloisa Carmona**, pelos conselhos, carinho e apoio, principalmente dos últimos meses.

Às **crianças, responsáveis e professores** das Escolas Gema Angelina Belia e Otávio de Souza, por permitirem a realização deste trabalho.

À **direção, professores e funcionários** do **LAPEX**, do **PPGCMH/UFRGS** e da **ESEF**, pelo apoio à realização deste trabalho.

À **CAPES**, por conceder uma bolsa de estudos.

Aos **membros da Banca Examinadora**, pelas contribuições a este trabalho.

FICHA CATALOGRÁFICA

L334r Larronda, Ana Carolina Chaves
Respostas neuromusculares no controle postural de crianças com
desordem coordenativa desenvolvimental. / Ana Carolina Chaves
Larronda. - Porto Alegre: Escola de Educação Física da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
98 f.; il.

Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências
do Movimento Humano. Escola de Educação Física. Universidade
Federal do Rio Grande do Sul.

1. Controle Motor. I. Título. II. Petersen, Ricardo Demétrio de
Souza, orientador.

CDU: 796.012.3

SUMÁRIO

Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	ix
Lista de Abreviaturas.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	13
OBJETIVOS	16
HIPÓTESES.....	17
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 DESORDEM COORDENATIVA DESENVOLVIMENTAL	18
2.2 CONTROLE POSTURAL EM CRIANÇAS	24
2.3 CONTROLE POSTURAL E DESORDEM COORDENATIVA DESENVOLVIMENTAL	28
3. MATERIAIS E MÉTODOS	38
3.1 PARTICIPANTES.....	38
3.2 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE MEDIDA	40
3.2.1 <i>Sistema para aquisição dos dados eletromiográficos</i>	<i>40</i>
3.2.2 <i>Sistema de perturbação da estabilidade postural - plataforma móvel.....</i>	<i>40</i>
3.2.3 <i>Sistema de Cinemetria</i>	<i>42</i>

3.2.4 Sistema de Sincronismo	42
3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	43
3.3.1 Preparação dos participantes.....	43
3.3.2 Teste de contração voluntária máxima - CVM.....	44
3.3.3 Tarefa de perturbação da superfície de suporte.....	45
3.4 VARIÁVEIS	47
3.4.1 Dependentes.....	47
3.4.2 Independentes	47
3.5 PROCESSAMENTO DOS DADOS	48
3.5.1 Cinemetria	48
3.5.2 Eletromiografia.....	52
3.6 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS.....	55
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	56
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	65
6. CONCLUSÕES.....	70
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	85
ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO	86
ANEXO B - BATERIA DE AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO PARA CRIANÇAS	89
ANEXO C - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UFRGS	91
ANEXO D - RESULTADOS DOS TESTES ESTATÍSTICOS.....	93

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Plataforma móvel e extensão que liga ao motor, visão lateral e superior com sistema de sincronismo</i>	41
Figura 2	<i>Controlador (Compumotor-APEX 6151) e servo motor (Compumotor-APEX 620-MO-NC)</i>	41
Figura 3	<i>Sistema de sincronismo ao lado da plataforma móvel</i>	43
Figura 4	<i>Posição do participante sobre a plataforma móvel durante a coleta</i>	45
Figura 5	<i>Convenções angulares dos segmentos</i>	48
Figura 6	<i>Método sugerido por WINTER (1990) para determinar a frequência de corte para filtragem do sinal</i>	50
Figura 7	<i>Posição Angular da Perna e Sinal de Sincronismo – amplitude de oscilação do segmento perna</i>	51
Figura 8	<i>Posição Angular do Tronco e Sinal de Sincronismo – em destaque a posição angular inicial do tronco (PIT)</i>	51
Figura 9	<i>Início da atividade EMG do músculo Tibial Anterior e tempo de latência</i>	53
Figura 10	<i>Média do sinal EMG em repouso – MREP -, utilizado para o cálculo do critério de ativação EMG</i>	54
Figura 11	<i>Latência do Tibial Anterior entre as perturbações em ambos os grupos</i>	57
Figura 12	<i>Latência do Reto Femoral entre as perturbações em ambos os grupos</i>	58
Figura 13	<i>Ordem de ativação dos músculos posturais entre as perturbações em ambos os grupos</i>	59
Figura 14	<i>Amplitude de atividade EMG do (a) Tibial Anterior e (b) Reto Femoral entre as perturbações em ambos os grupos</i>	60
Figura 15	<i>Oscilação corporal do segmento tronco</i>	61
Figura 16	<i>Oscilação corporal do segmento coxa</i>	62
Figura 17	<i>Oscilação corporal do segmento perna</i>	63
Figura 18	<i>Posição inicial do (a) tronco, (b) coxa e (c) perna entre as perturbações em ambos os grupos</i>	64

Lista de Tabelas

Tabela 1	<i>Características dos Grupos</i>	38
Tabela 2	<i>Escores do Movement ABC entre os grupos</i>	39
Tabela 3	<i>Mediana e IEQ da Latência do Tibial Anterior (s) entre perturbações em cada grupo</i>	92
Tabela 4	<i>Mediana e IEQ da Latência do Reto Femoral (s) entre as perturbações em cada grupo</i>	93
Tabela 5	<i>Mediana e IEQ da amplitude de atividade EMG (% da CVM) do músculo Tibial Anterior entre as perturbações em cada grupo</i>	93
Tabela 6	<i>Mediana e IEQ da amplitude de atividade EMG do músculo Reto Femoral (% da CVM) entre as perturbações em cada grupo</i>	94
Tabela 7	<i>Mediana e IEQ da amplitude de oscilação do tronco (graus) entre as perturbações em cada grupo</i>	94
Tabela 8	<i>Mediana e IEQ da amplitude de oscilação da coxa (graus) entre as perturbações em cada grupo</i>	95
Tabela 9	<i>Mediana e IEQ da amplitude de oscilação da perna (graus) entre as perturbações em cada grupo</i>	95
Tabela 10	<i>Mediana e IEQ da posição inicial do tronco (graus) entre as perturbações em cada grupo</i>	96
Tabela 11	<i>Mediana e IEQ da posição inicial da coxa (graus) entre as perturbações em cada grupo</i>	96
Tabela 12	<i>Mediana e IEQ da posição inicial da perna (graus) entre as perturbações em cada grupo</i>	97
Tabela 13	<i>Percentual (%) de contrações distais-proximais (D-P) e próximo-distais (P-D) entre as perturbações em cada grupo</i>	97

Lista de Abreviaturas

$\Delta\theta$ SEG	Varição Angular do Segmento
AD	Adultos
APA	Associação de Psiquiatria Americana
CJ	Crianças Jovens
CVM	Contração Voluntária Máxima
DCD	Desordem Coordenativa Desenvolvimental
DSM	<i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder</i>
EMG	Eletromiografia
GC	Grupo Controle
IEQ	Intervalo Entre Quartis
MABC	Movement Assessment Battery for Children
MREP	Média do Sinal EMG em Repouso
PIC	Posição Angular Inicial da Coxa
PIP	Posição Angular Inicial da Perna
PIT	Posição Angular Inicial do Tronco
SNC	Sistema Nervoso Central
TM	Tempo de Movimento
TR	Tempo de Reação
θ MÁX	Ângulo máximo
θ MIN	Ângulo mínimo

Resumo

Este estudo investigou (a) as respostas neuromusculares em crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvidamental (DCD) quando submetidas à perturbação da superfície de suporte, e (b) se ocorrem modificações nessas respostas a partir da repetição da perturbação com o objetivo de estudar o controle da postura ereta em crianças com DCD. Participaram deste estudo, 33 crianças de 9 anos de idade, divididas em 2 grupos, DCD ($n=16$) e GC ($n=17$). Cada criança foi posicionada sobre uma plataforma de superfície móvel e submetida a 12 perturbações na direção anterior. Foram analisados os sinais EMG dos músculos Tibial Anterior e Reto Femoral, e as oscilações dos segmentos corporais perna, coxa e tronco. Os resultados revelaram que o grupo com DCD possui latências maiores no Tibial Anterior (somente na primeira perturbação) e no Reto Femoral (sexta perturbação), amplitude de atividade EMG maior no Tibial Anterior (somente na nona perturbação). Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos na ordem de contração dos músculos e nas oscilações dos segmentos corporais. O grupo com DCD diminuiu a latência do Reto Femoral e a amplitude de oscilação da perna ao longo das tentativas. Os resultados sugerem uma dificuldade das crianças do grupo DCD em processar a informação sensorial, entretanto, as diferenças quando encontradas tendem a serem atenuadas ao longo das perturbações, conforme indícios de modificação das respostas.

Palavras Chave: Desordem Coordenativa Desenvolvidamental, controle postural, EMG

Abstract

This study investigated (a) the neuromuscular responses of children with developmental coordination disorder (DCD) when exposed to a support surface disturbance, and (b) if these responses are modified from repetitions of the disturbance with the aim of study the standing postural control in DCD children. The participants were 9 years old children divided in two groups, DCD (n=16) and GC (n=17). Each child stood over a mobile surface and was exposed to 12 disturbances in the forward direction. The EMG signals of the tibialis anterior and the rectus femoris, and the oscillations of the body segments shank, thigh and trunk were analyzed. The results revealed that the group with DCD had bigger latencies on the tibialis anterior (only at the first perturbation) and on the rectus femoris (sixth perturbation), bigger EMG activity amplitude on the tibialis anterior (only at the ninth disturbance). No significant differences between the groups on the order of muscular contraction, and on the body segments oscillation were found. The DCD group reduced the rectus femoris latency and the shank oscillation amplitude over the trials. The results suggest a sensorial information processing difficulty in the DCD group, however, the differences tended to decrease over the trials, since the results suggested a response change.

Keywords: developmental coordination disorder, postural control, EMG

1. Introdução

Muitas crianças apresentam dificuldades em diversas habilidades motoras básicas necessárias à realização de atividades diárias recreativas e escolares, tais como, manusear pequenos objetos, desenhar, escrever e até mesmo em atividades motoras amplas como correr, saltar, arremessar e chutar uma bola. Frequentemente, estas crianças são chamadas de “desajeitadas” e/ou “descoordenadas” (PETERSEN, 1999).

Segundo o Manual de Diagnóstico e Estatística de Desordens Mentais - *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder* - DSM-IV (1994) proposto pela Associação de Psiquiatria Americana (APA), cerca de 6% das crianças apresentam tais dificuldades, e atualmente, são diagnosticadas como portadoras de Desordem Coordenativa Desenvolvimental (DCD). Esta desordem é caracterizada por prejuízos no desenvolvimento da coordenação motora, os quais interferem significativamente nas atividades acadêmicas e da vida diária.

Para SUGDEN e WRIGHT (1998), além dos problemas motores, a desordem pode apresentar-se associada a dificuldades sociais e emocionais, podendo agravar, ainda mais, com o isolamento social, baixa auto-estima, problemas comportamentais, entre outras características que acabam prejudicando o envolvimento em jogos e atividades esportivas. GEUZE e KALVERBOER (1987) afirmam que estas crianças carecem de controle e

coordenação em movimentos simples e complexos, assim como em tarefas motoras finas e/ou amplas.

Na expectativa de melhor compreender a natureza dessas desordens motoras, bem como suas conseqüências para o desenvolvimento infantil, diversos estudos têm sido desenvolvidos, nas diferentes áreas de investigação, a fim de auxiliar na caracterização, diagnóstico e elaboração de programas de intervenção (GEUZE et al. 2001). Entre as abordagens utilizadas para o entendimento dos mecanismos subjacentes à DCD, nas diferentes áreas do conhecimento, destacam-se os estudos de controle postural, os quais vêm subsidiando argumentações teóricas sobre estratégias típicas adotadas por estas crianças quando avaliadas em situações adversas de estabilidade corporal.

Segundo WILLIAMS e WOOLLACOTT (1997a), um pobre equilíbrio, identificado nas crianças com DCD, poderia explicar dificuldades na execução de tarefas motoras, uma vez que o equilíbrio é um componente essencial para o desenvolvimento motor normal (SHUMWAY-COOK, 1990), na medida em que o desenvolvimento e a manutenção da estabilidade postural são elementos críticos à aquisição das habilidades motoras (NASHNER, 1982; SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1985).

No sentido de examinar os prejuízos de equilíbrio em crianças com DCD, diversos estudos analisaram as características do controle postural nestas crianças (WILLIAMS et al., 1983; WILLIAMS et al., 1985; WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997a; WILLIAMS e CASTRO, 1997; WANN et al., 1998; JOHNSTON et al., 2002).

Alguns estudos têm procurado compreender os mecanismos subjacentes a esta desordem, através da manipulação do estímulo visual (WANN et al., 1998; WILLIAMS e CASTRO, 1997). Outros estudos têm monitorado a atividade neuromuscular em situações experimentais onde foram manipuladas diferentes posturas tais como estática (WILLIAMS et

al., 1983), posturas com imposição de movimento de braços (WILLIAMS et al., 1985; JOHNSTON et al., 2002) e, finalmente, reações posturais frente à perturbação da superfície de suporte (WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997a, 1997b; WILLIAMS e CASTRO, 1997). Estes estudos, em geral, encontraram diferenças no controle do equilíbrio corporal entre crianças com DCD e crianças ditas normais, de idade relacionadas, quando analisaram respostas neuromusculares e/ou oscilações corporais.

Nos estudos que avaliaram as reações posturais frente à perturbação da superfície de suporte, os protocolos experimentais previram movimentações da superfície, no entanto seus resultados não contemplaram análises das repostas motoras ao longo das perturbações estabelecidas.

A repetição da tarefa é capaz de aumentar a estabilidade postural e produzir modificações nos padrões de atividade EMG em movimentos voluntários (ENGELHORN, 1987), provavelmente, devido à melhor integração da informação proprioceptiva (TARANTOLA et al., 1997). Partindo do pressuposto que a criança com DCD consegue utilizar o feedback produzido por seu movimento, espera-se que sejam capazes de modificar sua resposta ao longo da repetição da tarefa, diminuindo, assim, as diferenças no controle postural em relação às crianças ditas normais. Informações como esta auxiliariam a compreender a origem da desordem.

Sendo assim, o presente estudo pretende verificar os seguintes problemas: *ocorrem mudanças nas respostas neuromusculares ao longo da repetição da perturbação da superfície de suporte em crianças com DCD; e quais são as diferenças nos padrões de respostas neuromusculares entre crianças ditas normais e com DCD?*

Objetivos

Geral

Investigar as respostas neuromusculares em crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvimental quando submetidas à perturbação da superfície de suporte, e se ocorrem modificações nessas respostas a partir da repetição da perturbação, durante o controle compensatório da postura ereta.

Específicos

- Comparar as respostas neuromusculares dos músculos Tibial Anterior e Reto Femoral entre crianças com e sem DCD ao longo das perturbações da superfície de suporte.
- Comparar as respostas neuromusculares dos músculos Tibial Anterior e Reto Femoral entre as perturbações da superfície de suporte em crianças com e sem DCD.

Hipóteses

Comparação entre grupos:

- H1 - O tempo de latência dos músculos analisados será maior para o grupo com DCD;
- H2 - O percentual de contrações distais-proximais será menor no grupo com DCD;
- H3 - A amplitude de atividade EMG dos músculos analisados será maior nas crianças com DCD;
- H4 - A amplitude de oscilação dos segmentos corporais será maior no grupo com DCD.

Comparação entre perturbações:

- H5 - O tempo de latência diminuirá ao longo das perturbações em ambos os grupos;
- H6 - O percentual de contração (distal-proximal) aumentará no grupo com DCD ao longo das perturbações;
- H7 - A amplitude de atividade EMG dos músculos posturais analisados diminuirá ao longo das perturbações para ambos os grupos.
- H8 - A amplitude de oscilação dos segmentos corporais diminuirá ao longo das perturbações em ambos os grupos.

2. Revisão de Literatura

A presente revisão foi organizada em 3 temáticas. A primeira introduz o conceito da *Desordem Coordenativa Desenvolvidora*, e apresenta questões sobre terminologia, prevalência e características da desordem. O segundo tema abordado refere-se ao *Controle Postural em Crianças*, na expectativa de elucidar os mecanismos subjacentes ao controle da postura em crianças, independente da ocorrência, ou não de desordens motoras. Em continuidade, a terceira temática, intitulada, *Controle Postural em Crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvidora*, aprofunda a questão das estratégias de controle postural, revisando estudos anteriores realizados com crianças com DCD, foco específico desta investigação.

2.1 Desordem Coordenativa Desenvolvidora

Crianças com desordens de coordenação têm recebido atenção de um grande número de profissionais das mais variadas áreas, como médicos, fisioterapeutas e educadores físicos. Ao longo de quase um século estes especialistas vêm tentando descrever, explicar e intervir no comportamento motor destas crianças (HENDERSON, 2002). Algumas publicações a

respeito de crianças com desordens motoras podem ser encontradas anteriormente a 1962. No entanto, foi a partir desta data, com a publicação de um artigo no *British Medical Journal* com o título de “Criança Desajeitada” - *Clumsy Children*¹ que se desencadeou o início da realização de uma série de trabalhos científicos para o estudo do que hoje chamamos de *Desordem Coordenativa Desenvolvimental - DCD* (SUGDEN e WRIGHT, 1998).

Para descrever as características destas crianças, a literatura vem empregando ao longo do tempo diferentes terminologias: 1) desajeitadas, descoordenadas ou “clumsy” (o termo utilizado na literatura em inglês) (DARE e GORDON, 1970; GEUZE e KALVERBOER, 1987, 1994; GEUZE e BÖRGER, 1994; HENDERSON, 1987; DWYER e McKENZIE, 1994; WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997a, 1997b, entre outros) é utilizado em 41% dos estudos (GEUZE et al., 2001); 2) dificuldades ou problemas de coordenação (WANN et al., 1998; SUGDEN e WRIGHT, 1998); 3) atraso ou prejuízo motor (WILLIAMS et al., 1983; WILLIAMS et al., 1985); 4) desordem motora (DEWEY e KAPLAN, 1994); 5) disfunção percepto-motora (LASZLO et al., 1988), utilizado em 18% dos estudos (GEUZE et al., 2001); 6) dispraxia desenvolvimental, utilizado em 6% dos estudos segundo GEUZE et al. (2001), entre outros termos que são utilizados na literatura (WILSON e McKENZIE, 1998).

Em 1987, a Associação de Psiquiatria Americana - APA, através do *Manual de Estatística e Diagnóstico de Doenças Mentais - DSM-III*, introduziu o termo *Desordem Coordenativa Desenvolvimental*, o qual tem sido utilizado em 26% das publicações (GEUZE et al., 2001). Além disso, diferentes autores têm adotado esta terminologia (HOARE, 1994; MISSIUNA, 1994; HENDERSON et al., 1992; HENDERSON, 1994; MON-WILLIAMS et al., 1994; WRIGHT e SUGDEN, 1996; WILLIAMS e CASTRO, 1997; WILSON e

¹ Conforme SUGDEN e WRIGHT (1998), cujo nome do autor não consta citado.

McKENZIE, 1998; PETERSEN, 1999; MACNAB et al., 2001; GEUZE et al., 2001; SHOEMAKER et al., 2001; RAMOS, 2002; OLIVEIRA, 2003).

O termo “desajeitado” ou “*clumsy*” carrega uma conotação pejorativa a respeito dos problemas apresentados por estas crianças (JOHNSTON et al., 1987). Por conseguinte, o termo DCD têm sido adotado com maior frequência desde 1990. Uma forte evidência deste fato são as publicações de volumes de periódicos específicos sobre esta temática, tais como o *Adapted Physical Activity Quarterly* (1994) volume 11, e *Humam Movement Science* (1998, 2001) volumes 17 (n. 4-5) e 20 (n. 1-2).

Segundo a última edição do DSM-IV (APA, 1994), a incidência de crianças com DCD é em torno de 6% na faixa etária entre 5 e 11 anos. A prevalência deste percentual em estudos mundiais parece ficar em torno de 5% com um adicional de 10% na categoria de risco (SUGDEN e WRIGHT, 1998). Entretanto, o percentual de crianças com problemas pode variar por influências da cultura, do sistema educacional e do instrumento utilizado para classificação (WRIGHT, 1997). A maioria dos estudos abrange a faixa etária entre 6 e 12 anos, sendo limitado o número de estudos em idades compreendidas entre 2 e 5 anos e entre 13 e 17 anos (GEUZE et al., 2001). Entre crianças com DCD, existe uma prevalência de acometimento nos meninos sobre as meninas (GORDON e McKINLAY, 1980; LOSSE et al., 1991), em até três vezes (BAKER, 1981), embora não exista uma explicação satisfatória para esta dominância (GEUZE e KALVERBOER, 1987). Além disso, alguns estudos longitudinais têm demonstrado que sem intervenção, as dificuldades encontradas em crianças podem ainda ser vistas na adolescência (GEUZE e BÖRGER, 1993; LOSSE et al., 1991; APA, 1994), persistindo muitas vezes até a idade adulta (APA, 1994; WILSON e McKENZIE, 1998).

Para a identificação da DCD, alguns critérios de diagnóstico são utilizados conforme o DSM IV (1994). Segundo este manual, as desordens motoras são diagnosticadas a partir da constatação de que: a) o desempenho de atividades diárias que exigem coordenação motora está substancialmente abaixo do nível esperado, considerando a idade cronológica e a inteligência medida do indivíduo. O quadro pode manifestar-se por atrasos marcantes em alcançar marcos motores (caminhar, engatinhar, sentar), propensão a deixar cair coisas, ser desajeitado, demonstrar fraco desempenho nos esportes, ou ter caligrafia insatisfatória; b) a perturbação no critério “a” interfere significativamente no rendimento escolar ou nas atividades da vida diária; c) a perturbação não se deve a uma condição médica geral (paralisia cerebral, hemiplegia, ou distrofia muscular), nem satisfaz os critérios para um Transtorno Invasivo do Desenvolvimento (como autismo); e d) em presença de retardo mental, as disfunções motoras excedem àquelas geralmente associadas com essa desordem.

As manifestações da desordem podem variar com a idade e com o momento desenvolvimental da criança, podendo ser evidenciada, principalmente, pelos atrasos nos marcos motores e/ou descoordenação ao realizar atividades como engatinhar, sentar, atar os cordões do sapato, abotoar, fechar o zíper. Além disso, crianças mais velhas podem apresentar dificuldades em tarefas do cotidiano, tais como montar quebra-cabeças, jogar bola, desenhar ou escrever (APA, 1994). Não obstante, DARE e GORDON (1970), assim como BAKER (1981), destacam dificuldades específicas de coordenação intermembros, bimanual, viso-manual, e em tarefas que exijam ritmo e controle motor fino das mãos, bem como em tarefas que exijam equilíbrio estático e dinâmico.

Apesar dos investimentos acadêmicos realizados nesta área, ainda não se têm uma visão clara e consensual dos problemas que acometem a criança com DCD (SUGDEN e WRIGHT, 1998), bem como de suas características comportamentais típicas. Contudo,

reconhece-se que tais dificuldades são reais e que os prejuízos por elas causados interferem significativamente no desenvolvimento da criança, com conseqüências imprevisíveis.

Freqüentemente, os efeitos estão associados a dificuldades comportamentais resultantes, principalmente, da frustração de não ter desenvolvido a habilidade motora funcional necessária para realização de atividades diárias e escolares (WRIGHT, 1997). Desta forma, problemas como déficits de leitura e atenção, oscilações de humor, hiperatividade, baixa auto-estima e auto-imagem podem, ou não, acompanhar a DCD (DARE e GORDON, 1970; BAKER, 1981).

A desordem manifesta-se de forma tão variável, seja na severidade ou na amplitude dos problemas motores, que permite a constatação de que algumas crianças são afetadas em habilidades específicas, enquanto outras podem apresentar problemas gerais na maioria das habilidades (DEWEY e KAPLAN, 1994; HOARE, 1994; WRIGHT e SUGDEN, 1996). Estas diferenças intragrupo contribuem para a dificuldade de caracterização da DCD, sugerindo a ocorrência de subtipos (DEWEY e KAPLAN, 1994; HOARE, 1994; WRIGHT e SUGDEN, 1996; SUGDEN e WRIGHT, 1998; MACNAB et al., 2001). Entre os fatores que contribuem para tal heterogeneidade, estão a utilização de diferentes termos e os problemas comportamentais associados que prejudicam, não só a comparação entre os estudos (nomenclatura) como também, a definição de critérios de diagnóstico precisos e que não sejam realizados por exclusão (SUGDEN e WRIGHT, 1998).

No que se refere às diferentes abordagens de pesquisas realizadas com as crianças com DCD, com o intuito de melhor caracterizá-la, podemos relacionar direcionadas para aspectos gerais de percepção do movimento (LASZLO e BAIRSTOW, 1989; LASZLO e SAINSBURY, 1993; RÖSBLAD e von HOFSTEN, 1992), e para aspectos específicos da

percepção visual (HULME, SMART e MORAN, 1982; LORD e HULME, 1988; DWYER e McKENZIE, 1994; HENDERSON et al., 1994; MON WILLIANS et al., 1994, 1999; WILSON et al. 1996; FLETCHER FLINN et al. 1997; SHOEMAKER, et al., 2001). Tais estudos convergem para o fato da criança com DCD ter dificuldades no processamento da informação visual, assumindo, todavia, a possibilidade de co-existência de dois ou mais déficits (motores e perceptuais), bem como a dificuldade de isolar tais variáveis (HENDERSON, 1993).

No que se refere aos estudos que envolvem a percepção cinestésica (BAIRSTOW e LASZLO, 1981; LASZLO e BAIRSTOW, 1983; SMYTH e GLECROSS, 1986; LORDE e HULME, 1987a, 1987b; HOARE e LARKIN, 1991; NEWNHAM e McKENZIE, 1993; MON WILLIANS et al., 1994, 1999; SMYTH, 1994, 1996; SIMS, 1996a, 1996b; COLEMAN et al., 2001) e aqueles interessados na integração sensorial (HULME et al., 1982, 1984, entre outros), os resultados, parecem convergir para níveis significativamente mais baixos nas crianças com DCD, comparadas às crianças do grupo controle. No entanto, nem todos os autores concordam com a premissa de que tais déficits possam se caracterizar como uma das causas da DCD.

Quando investigado o aspecto motor de diversas tarefas, tais como a coordenação bimanual (CERMAK et al., 1990; GEUZE e KALVERBOER, 1993; BARNETT e HENDERSON, 1994; HUH et al. 1998; VOLMAN e GEUZE, 1998a, 1998b), lateralidade (BISHOP, 1980, 1990; ARMITAGE e LARKIN, 1993), controle temporal manual (ritmo) (GEUZE e KALVERBOER, 1987, 1994; LUNDY-EKMAN et al, 1991; WILLIAMS et al., 1992) e controle de força manual e variabilidade da resposta (LUNDY-EKMAN et al., 1991; OLIVEIRA, 2003, entre outros), analisando variáveis como os parâmetros temporais,

amplitude de movimento e variabilidade de resposta motora, estes estudos também têm subsidiado as discussões sobre as causas dos déficits motores em crianças com DCD.

Neste contexto inserem-se os estudos de controle postural (WILLIAMS et al., 1983, 1985; WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997a, 1997b; WILLIAMS e CASTRO, 1997; WANN et al., 1998), cujas premissas e discussões acerca da criança com DCD serão abordados nos tópicos que se seguem nesta revisão.

2.2 Controle postural em crianças

A tarefa de controle postural envolve a manutenção da posição do corpo no espaço, com o propósito de orientá-lo e estabilizá-lo. A orientação é definida como a habilidade de manter uma relação apropriada entre segmento corporal e o ambiente durante a realização da tarefa e, neste processo, são utilizados diversos sistemas de referência tais como o vestibular, o somatosensorial e o sistema visual (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995). A estabilidade consiste na habilidade de manter a posição do corpo, mais especificamente do centro de gravidade dentro dos limites da base de suporte (BLASZCZYK, HANSEN e LOWE, 1993), definidos pelo comprimento do pé e da distância entre eles (McCOLLUM e LEEN, 1989), também denominados de limites de estabilidade. Os limites de estabilidade são fronteiras no espaço, entre os quais o corpo mantém a sua estabilidade sem mudar a base de suporte. Estes limites variam de acordo com a tarefa a ser executada, com a estrutura do indivíduo e com os aspectos ambientais relacionados ao movimento (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995; SHUMWAY-COOK e McCOLLUM, 1990).

O desenvolvimento do controle postural emerge da interação entre componentes neurais e mecânicos que contribuem para o controle do equilíbrio, tais como as sinergias das

respostas dos músculos posturais, sistemas sensoriais de referência corporal, força muscular, amplitude articular de movimento, a morfologia corporal, e até mesmo, adaptações para modificações dos sistemas sensoriais e motores (WOOLLACOTT e SHUMWAY-COOK, 1990).

Os aspectos adaptativos do controle postural estão relacionados à modificação dos sistemas sensorial e motor quando respondem às alterações impostas que levam o sistema a determinar uma organização postural específica, em função da tarefa e ambiente. Estas adaptações ocorrem em decorrência da adoção de estratégias sensoriais e motoras, ou seja, da organização das informações provenientes dos sistemas sensoriais e do sistema motor propriamente dito, a qual resulta, em última instância, no controle da postura ereta (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995).

Alguns autores têm estudado as estratégias motoras compensatórias de organização do movimento para a manutenção da estabilidade, quando os sujeitos do estudo são submetidos a pequenos deslocamentos da superfície de suporte (NASHNER, 1976; NASHNER, 1977, NASHNER e WOOLLACOTT, 1979), além dos padrões de ativação neuromuscular e as estratégias posturais do movimento (NASHNER, 1977, NASHNER e WOOLLACOTT, 1979; HORAK e NASHNER, 1986).

Estratégias posturais são referidas como movimentos do quadril, tornozelo ou de um passo, que são utilizados, tanto em circunstâncias antecipatórias (*feedforward*), quanto compensatórias (*feedback*), para a manutenção/recuperação do equilíbrio. Estas estratégias são adotadas cotidianamente quando o sistema é requerido a responder de maneira precisa e coordenada a situações de desafio do equilíbrio corporal, tais como a movimentação da superfície de suporte (escada rolante, tapete ou escorregar na areia), a antecipação necessária à

realização de movimentos voluntários na posição estática ou em tarefas dinâmicas, por exemplo, no movimento de caminhar, cujas respostas são continuamente re-organizadas em decorrência dos desequilíbrios típicos dos ciclos da marcha e da superfície de apoio (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995). HORAK e NASHNER (1986) ressaltam que um indivíduo pode trocar de uma estratégia postural para outra rapidamente e que o controle da postura ereta está associado a uma combinação de estratégias motoras.

A manutenção da estabilidade corporal requer, além da produção de estratégias motoras e geração de força para controlá-las, que o SNC reconheça onde se localiza o corpo no espaço e se este está em movimento, ou não. Neste processo, a informação sensorial é organizada pelo SNC utilizando informações dos sistemas visual, cinestésico e vestibular. Cada um fornece informações específicas, configurando-se em um conjunto de referências para o controle da postura.

Quando discutida a participação dos sistemas sensoriais para manutenção da postura ereta, reconhece-se que o envolvimento de todos é imprescindível, todavia, as informações advindas do sistema cinestésico parecem predominar no controle postural quando submetido a rápidas perturbações da superfície de suporte. SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT (1995) justificam tal predominância sugerindo que o SNC confia, preferencialmente, na informação cinestésica para o controle da oscilação corporal nestas situações. Em contrapartida, as contribuições do sistema visual são menores quando o sistema é submetido a perturbações da superfície de suporte (DIETZ, TRIPPEL e HORSTAMAN, 1991).

Além da percepção das mudanças do corpo no espaço, estão envolvidos no controle postural as sinergias musculares (a ação de vários grupos musculares agindo como uma unidade), as quais estão presentes desde o início do caminhar independentemente

(SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995). A organização do movimento requer um acoplamento temporal entre os músculos distais e proximais na estabilização do centro de massa. Estas contrações, durante o controle postural, minimizam os movimentos das articulações do joelho e do quadril (SHUMWAY-COOK, 1990; SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995). As sinergias musculares, neste sentido, possuem características modificáveis e adaptáveis em função da tarefa.

Do ponto de vista desenvolvimental, SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT (1985) relatam que, entre 1 ano e 6 meses até 3 anos, as respostas neuromusculares das crianças já são organizadas, apesar de apresentarem durações, amplitudes e latências de atividade EMG maiores do que as de um adulto e, somente por volta dos 7 a 10 anos de idade, tais respostas tornar-se-ão semelhantes às de um adulto (FORSSBERG e NASHNER, 1982). Neste contexto, desordens no controle da postura têm sido relacionadas a problemas de *timing neuromuscular*, ou seja, prejuízos na capacidade de regulação da atividade dos músculos envolvidos na tarefa. Estes problemas estão relacionados: a) ao atraso na latência ou início da resposta e b) à coordenação temporal relativa entre os músculos sinergistas, envolvendo tanto a seqüência de contração quanto a relação temporal (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995). Desta forma, latências muito grandes no início da resposta motora decorreriam em atrasos nas correções do centro de massa, aumentando a oscilação corporal a valores próximos ao limite de estabilidade, levando a perda de equilíbrio antes que uma força efetiva pudesse ser produzida (SHUMWAY-COOK, 1990). Desordens de escala ou de controle também são observadas durante o controle postural, e são aquelas relacionadas a problemas na geração de apropriada amplitude de resposta no controle da posição corporal (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995).

O conhecimento dos déficits no controle postural, sejam eles relacionados à organização temporal ou ao controle do movimento, requerem uma avaliação dos mecanismos de controle do sistema e consubstancia-se como um pré-requisito para o desenvolvimento de perspectivas de intervenção terapêutica e/ou educacional em indivíduos ditos normais, assim como em populações com desordens motoras, como a DCD.

2.3 Controle Postural e Desordem Coordenativa Desenvolvimental

A desordem coordenativa desenvolvimental é marcada por uma heterogeneidade em suas características (WRIGHT e SUGDEN, 1996); no entanto, parece ser consenso na literatura a existência de um grupo de crianças com desordens de equilíbrio (DEWEY e KAPLAN, 1994; HOARE, 1994; WRIGHT e SUGDEN, 1996; SUGDEN e WRIGHT, 1998; MACNAB et al., 2001).

Um dos primeiros estudos sobre controle postural em crianças com DCD foi o de WILLIAMS et al. (1983). Para eles, o movimento habilidoso é resultado de um complexo padrão de excitação e inibição dos grupos musculares, organizados em tempo e espaço, e precisamente controlados em força e duração. Na crença da existência de ajustamentos posturais subcorticais automáticos que acompanhariam o movimento habilidoso e que contribuiriam para a performance eficiente das tarefas, os autores propuseram-se a analisar o controle postural estático de crianças ditas normais e com DCD nas idades de 4, 6 e 8 anos. Desta forma, as hipóteses formuladas foram: 1) que a média de amplitude do sinal EMG envolvendo o controle postural estático diminuiria com a idade em crianças normais e; 2) que as crianças com DCD mostrariam uma média maior na amplitude do sinal EMG quando

comparadas às crianças normais de mesma idade cronológica. O protocolo consistiu de 7 diferentes tarefas de equilíbrio estático (eixo pronado, sobre os cotovelos, em quatro apoios, ajoelhados, ajoelhados apenas com um joelho, postura ereta e apoio unipodal). Os resultados confirmaram a premissa de que, concomitante ao processo maturacional, há um aumento no controle dos grupos musculares amplos, pois as crianças mais jovens parecem utilizar quantidades maiores de atividade muscular para executar as tarefas. As crianças com DCD não apresentaram um claro padrão de desenvolvimento do controle neuromuscular relacionado com a idade, não desenvolvendo, assim, a mesma eficiência para o controle postural estático do que as ditas normais.

WILLIAMS et al. (1985), seguindo os estudos de atividade neuromuscular, propuseram-se a avaliar os padrões de duração da atividade muscular envolvidos na manutenção da postura estática (com e sem movimento de braços) em crianças ditas normais e com DCD. A amostra foi constituída de 33 crianças divididas nas idades de 4, 6, 8 e 10 anos. Eles hipotetizaram que pouca ou nenhuma diferença no tempo de atividade muscular das pernas e tronco entre as idades e entre os grupos (DCD e normal) poderiam ser constatadas; e que, quando o movimento de braço fosse realizado, o tempo de atividade muscular seria diferente entre os grupos.

A tarefa consistiu em ficar em pé com os pés unidos por 30 segundos, em seguida uma carga (na mão) foi adicionada. A tarefa foi dividida em 5 partes: 1) pré-movimento (posição ereta), 2) movimento de abdução do ombro a 90°, 3) braço parado a 90° de abdução do ombro, 4) movimento de retorno a posição 1 e, 5) pós-movimento (posição ereta). Registros de sinais EMG foram realizados para análise dos percentuais de tempo de ativação dos músculos gastrocnêmio, tibial anterior e eretores da coluna. Os resultados demonstraram que o controle da postura ereta para crianças com DCD foi caracterizado por uma maior duração de atividade

muscular no tronco do que nas pernas, enquanto que, nas crianças normais, houve uma maior distribuição de atividade muscular entre perna e tronco. Estes resultados mostraram que crianças normais podem manter uma consistência no percentual de tempo de ativação dos músculos do tronco e perna, diferente das crianças com DCD. Quando um movimento de braços é realizado, há um aumento no percentual de tempo de ativação dos eretores da espinha em ambos os grupos; no entanto, os padrões de duração de atividade muscular das pernas foram diferentes entre os grupos. As crianças normais apresentaram uma tendência em aumentar ou diminuir juntos o tempo de atividade elétrica dos músculos gastrocnêmio e tibial anterior, ao contrário, as crianças com DCD aumentaram a atividade de um grupo enquanto diminuía a do outro.

Entre os estudos que utilizaram perturbações da superfície de suporte está o de WILLIAMS e WOOLLACOTT (1997a), no qual foram investigadas as características neuromusculares no controle postural de crianças com DCD. A amostra foi constituída por 26 crianças, 13 ditas normais e 13 com DCD, subdivididas em subgrupos etários: 6-7 anos e 9-10 anos. No experimento, as crianças posicionaram-se de pé sobre uma plataforma de controle hidráulico que se movimentava, horizontalmente, nas direções anterior e posterior. Os movimentos consistiram de 3 cm de amplitude e 125 ms de duração. A atividade EMG de 8 grupos musculares do lado não dominante do corpo foi registrada.

Os resultados não demonstraram efeitos na latência das respostas em relação à idade e ao grupo (normal e DCD) para movimentos anteriores e posteriores da plataforma, possibilitando a conclusão de que a velocidade de controle foi similar entre crianças com desenvolvimento normal e com DCD. No que tange a variabilidade intra-individual, as crianças com DCD foram mais variáveis do que as ditas normais. Quando a variabilidade foi analisada entre grupos e por idade, não se encontrou diferença na latência das respostas.

Diferenças significativas entre os grupos foram constatadas quanto à organização das respostas musculares. Em 100% das tentativas, as crianças normais adotaram um padrão de ativação distal-proximal; já as crianças com DCD, embora a maioria das tentativas apresentasse este mesmo padrão, uma organização menos eficiente (próximo-distal) foi observada em 28% das tentativas das crianças com DCD jovens e em 17% das mais velhas. Desta forma, o controle da postura em crianças com DCD parece ser menos consistente na produção de respostas apropriadas a perturbações de equilíbrio quando comparado com crianças ditas normais.

WILLIAMS e CASTRO (1997), analisaram as características de *timing* e força do controle postural de crianças com e sem DCD, em tarefas onde a informação sensorial era redundante e onde as informações visual e vestibular foram modificadas a fim de ter uma visão da eficiência do sistema de controle postural. Para isto, foram avaliadas 28 crianças entre 6 e 9 anos, 14 normais e 14 com DCD. Os procedimentos consistiam na perturbação do equilíbrio por meio de uma plataforma móvel na direção anterior onde a amplitude e velocidade da perturbação não foram apresentadas.

As crianças foram posicionadas em pé sobre a plataforma, e submetidas a 18 perturbações, 6 em cada condição: olhos abertos (condição controle), fechados (manipulação do sistema visual) e cabeça inclinada (manipulação do sistema vestibular). Foram analisadas as atividades EMG de 2 músculos: tibial anterior e quadríceps. Os resultados demonstraram que as crianças com DCD produziram maior amplitude de atividade elétrica em músculos proximais e distais quando submetidas a um desequilíbrio. As crianças ditas normais tenderam a aumentar a amplitude de atividade muscular quando a condição sensorial foi alterada, o que não ocorreu com as crianças com DCD.

A razão entre a amplitude de atividade elétrica dos músculos distais e proximais aumentou em crianças normais quando a estrutura sensorial foi alterada, mas isto não ocorreu com as crianças com DCD. Crianças normais tenderam a aumentar a contribuição dos músculos distais mais dos que os proximais quando a estrutura sensorial foi alterada. Ao contrário, as crianças com DCD não modificaram as amplitudes. Isto permitiu a conclusão de que as crianças com DCD tendem a utilizar mais o controle dos músculos proximais para manter o equilíbrio do que crianças ditas normais, uma vez que os músculos distais são utilizados para produzir uma gradação fina de força e são mais difíceis de serem controlados, representando um nível de controle mais efetivo e refinado.

As crianças normais não alteraram a contribuição relativa de tempo de atividade elétrica dos músculos distais e proximais, entretanto, as crianças com DCD, o fizeram quando a estrutura sensorial foi alterada. A duração de atividade muscular em crianças normais permaneceu constante, enquanto que, nas crianças com DCD, o tempo de atividade muscular diminuiu (WILLIAMS e CASTRO, 1997).

Quanto à ordem de ativação muscular, as crianças normais mantiveram um padrão distal-proximal quando a condição visual foi alterada, ao contrário das crianças com DCD que tenderam a aumentar a incidência da ativação próximo-distal de 22% para 32%.

As conclusões de WILLIAMS e CASTRO (1997) foram que crianças normais conseguem manter o controle do equilíbrio em condições sensoriais alteradas, simplesmente alterando as características de amplitude de atividade elétrica ou a força muscular, sem alterar as características temporais do movimento. As crianças com DCD, sob as mesmas condições, modificam as características temporais da atividade muscular (tempo de atividade e ordem de

ativação), e controlam seu movimento utilizando mais os músculos proximais, enquanto que as características de amplitude ou força permanecem inalteradas.

No sentido de observar a integração sensorial, WANN et al. (1998) propuseram-se a analisar o efeito da manipulação do fluxo óptico no controle da postura corporal de crianças com DCD. Para isto, utilizaram uma sala móvel manipulando diferentes amplitudes de oscilação da sala. A amostra contou com um total de 24 indivíduos, sendo 6 adultos (AD) e 18 crianças, divididas em crianças jovens (CJ) de 3-4 anos; com DCD de 10-12 anos e o grupo controle (GC) da mesma faixa etária. Os indivíduos foram submetidos a 8 tentativas randomizadas (duas em cada amplitude de oscilação, uma com a sala parada e uma com olhos fechados), nas quais o indivíduo permaneceu parado na sala de movimento durante 156s. A sala oscilou a uma frequência de 0,17 Hz. Os resultados demonstraram que as crianças com DCD, nas condições de olhos fechados e abertos, oscilaram em uma amplitude maior do que o GC e do que as CJ (de olhos fechados).

As crianças com DCD tenderam a oscilar mais com os olhos fechados, bem como os demais grupos (exceto os adultos). O grupo com DCD mostrou-se menos suscetível à utilização da informação visual, o que os autores creditaram à variabilidade e tamanho amostral. Algumas crianças com DCD pareceram estar atrasadas em relação às crianças da mesma idade em adquirir uma integração da informação visual e não-visual, e demonstraram uma confiança maior na visão durante a manutenção da postura ereta.

Em geral, os artigos sobre controle postural na postura estática permitem a constatação de que a criança com DCD não apresenta um padrão de diminuição ou aumento da atividade EMG com o aumento da idade (WILLIAMS et al., 1983), e o tempo de atividade EMG nos músculos do tronco é maior do que nos músculos das pernas (WILLIAMS et al., 1985). Um

padrão de aumento ou diminuição simultânea de tempo de atividade dos músculos distais e proximais foi observado em crianças normais, porém, não foi encontrado em crianças com DCD (WILLIAMS et al., 1985).

As pesquisas com perturbação da superfície de suporte demonstraram que as crianças com DCD apresentam, pelo menos em uma tentativa, um padrão de ativação menos eficiente (próximo-distal) (WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997a), e este padrão tende a aumentar quando a informação visual é retirada (WILLIAMS e CASTRO, 1997). Um sistema de controle menos eficiente na produção de respostas a um desequilíbrio, pode estar relacionado a uma disfunção do SNC (WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997a; WILLIAMS e CASTRO, 1997), ou corresponder a um processo desenvolvimental atrasado (WILLIAMS e CASTRO, 1997).

Uma crítica ao estudo de WILLIAMS e WOOLLACOTT (1997a), é que um inapropriado padrão de resposta poderia estar relacionado tanto a uma disfunção motora como a um atraso desenvolvimental, visto que o percentual de aparecimento deste padrão tendeu a diminuir com o aumento da idade.

No que se refere às características temporais do sinal EMG, a latência das respostas mediante a perturbação, é semelhante ao comparar-se crianças normais e com DCD, com uma tendência a uma maior variabilidade no grupo com DCD (WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997a). Quanto às relações temporais da atividade EMG dos músculos analisados, as crianças com DCD, diferente das normais, parecem alterar a razão de tempo de atividade elétrica quando as condições sensoriais são alteradas (WILLIAMS e CASTRO, 1997). A relação de amplitude do sinal EMG entre os grupos distais e proximais em crianças com DCD não é modificada quando a condição sensorial foi alterada, diferente de crianças normais que

aumentam a amplitude dos grupos distais (WILLIAMS e CASTRO, 1997). Entretanto, os resultados do trabalho de WILLIAMS e CASTRO (1997) devem ser ponderados em relação à faixa etária muito ampla da amostra.

Quanto à amplitude de atividade elétrica, mediante perturbações, as crianças com DCD tenderam a apresentar um maior nível de atividade EMG do que crianças normais. Entretanto, quando a condição sensorial (visual ou vestibular) foi alterada, as crianças com DCD não aumentam a atividade EMG, como aconteceu com as crianças normais. Isto pode estar relacionado ao fato destes valores já serem máximos em crianças com DCD (WILLIAMS e CASTRO, 1997).

Quanto à submissão do sistema a perturbações do fluxo óptico, as crianças com DCD oscilam em maior amplitude com os olhos abertos bem como as crianças ditas normais, jovens ou da mesma idade. Crianças com DCD parecem não ser mais suscetíveis a perturbação da informação visual do que crianças ditas normais (WANN et al., 1998). Os resultados de WANN et al. (1998) devem ser examinados com atenção pelo tamanho e variabilidade da amostra, e devido ao fato que o GC não foi submetido à avaliação motora. Isto inviabiliza os argumentos, pois não foi certificado se os grupos possuíam níveis distintos de performance motora.

Avaliando o controle estático com e sem informação visual e com perturbação nas costas do indivíduo, GEUZE et al. (2002) avaliaram 24 crianças com DCD com problemas de equilíbrio e 24 crianças do GC (6-12 anos). Medidas de oscilação corporal e EMG foram avaliadas nas três situações acima descritas em uma e duas pernas durante três tentativas em cada situação. Os resultados demonstram que as crianças com DCD não diferem do grupo controle na oscilação corporal, mas possuiu maior dificuldade em ficar em um pé só. Os

dados EMG mostram uma maior cocontração dos músculos antagonistas em torno do tornozelo no grupo com DCD. Aparentemente, as crianças com DCD aprendem a compensar a perturbação em poucas tentativas, assim como o GC.

JUNG-POTTER et al. (2002) propuseram-se a analisar a relação entre informação sensorial e oscilação corporal em crianças com DCD. Foram analisadas 5 crianças com DCD (6-8 anos) e 5 crianças do GC. As crianças foram analisadas na posição de postura estática com um pé a frente do outro, enquanto tocavam suavemente uma superfície oscilante com o seu dedo indicador direito durante 60s. Medidas de oscilação corporal do centro de massa e da cabeça foram analisadas. Os resultados sugerem que crianças com DCD respondem similarmente na utilização da informação somatosensorial, com resultados semelhantes a crianças ditas normais. A variabilidade de oscilação do centro de massa pode indicar alguma dificuldade na utilização da informação somatosensorial para controlar a oscilação postural. A criança com DCD parece ter dificuldade de reorganizar as informações sensoriais de múltiplas origens quando uma delas é removida.

Crianças com DCD possuem prejuízos no controle da postura e parecem diferir-se de crianças ditas normais em algumas situações (equilíbrio estático e dinâmico, com perturbações dos sistemas visual e somatosensorial), seja em respostas antecipatórias ou compensatórias a um estímulo/perturbação. Uma vez que os estudos parecem indicar estas diferenças e uma capacidade de reorganização rápida das respostas pela criança com DCD é que o presente estudo se propõe a responder *quais são as diferenças nos padrões de respostas neuromusculares entre crianças ditas normais e com DCD e se ocorrem mudanças nas respostas neuromusculares ao longo da repetição da perturbação da superfície de suporte em crianças com DCD?*

Cabe ressaltar que este estudo limita-se a estudar as respostas compensatórias durante o controle da postura. Os resultados deste estudo não podem ser generalizados ao controle postural como um todo uma vez que um campo enorme no que se refere aos ajustes antecipatórios não são aqui abrangidos.

3. Materiais e Métodos

3.1 Participantes

Participaram deste estudo 33 crianças de ambos os sexos, provenientes das Escolas Estaduais Gema Angelina Belia e Professor Otávio de Souza, com faixa etária de 9 anos, as quais foram selecionadas a partir de uma triagem onde foi avaliada a proficiência motora de 78 crianças no total. Os participantes foram divididos em dois grupos distintos, DCD e controle (GC), cujas características de idade, estatura, massa corporal e sexo estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1
Características dos Grupos

Características	Grupos		<i>t</i>	<i>p</i>
	GC (<i>n</i> = 17)	DCD (<i>n</i> = 16)		
Idade (anos) ^a	9,2 (0,2)	9,2 (0,3)		0,704
Estatura (m) ^a	1,356 (0,077)	1,379 (0,082)	-0,81	0,423
Massa Corporal (kg) ^a	33,7 (7,5)	34,8 (8,26)	-0,40	0,695
Sexo (masc:fem) ^b	08:09	07:09		

a Idade, Estatura e Massa Corporal expressos em média e desvio padrão.

Diferenças testadas com teste-*t* para amostras independentes (estatura e massa corporal) e com teste U de Mann-Whitney (idade).

b Sexo expresso em razão.

As crianças foram selecionadas a partir da bateria de testes de proficiência motora - *Movement Assessment Battery for Children - Movement ABC* (HENDERSON e SUGDEN, 1992), que é um instrumento de avaliação normativa, designado, especificamente, para identificar crianças com desordens motoras. Esta bateria consiste de 8 testes por faixa etária (ANEXO A) e inclui tarefas de destreza manual, habilidades com bola e de equilíbrio estático e dinâmico. Este teste é considerado “padrão-ouro” para a identificação da DCD e tem sido recomendado como instrumento de avaliação preferido em uma revisão de critérios de diagnóstico para a DCD (GEUZE et al.,2001).

O grupo com DCD foi formado por crianças que obtiveram um percentil abaixo de 5% no *Movement ABC*. Apesar de muitos pesquisadores utilizarem 15%, o ponto de corte 5% é considerado mais conservador e têm sido recomendado por pesquisadores no intuito de minimizar a influência de vários fatores como o da não validação (GEUZE et al., 2001). O GC foi formado por crianças que apresentaram, além das características de idade, estatura, massa corporal e sexo, pareadas ao grupo com DCD, um percentil acima de 30 no *Movement ABC* (Tabela 2). O prejuízo total refere-se ao somatório do escore obtido nos grupos de tarefas de: destreza manual (testes 1, 2 e 3), habilidades com bola (testes 4 e 5) e equilíbrio (testes 6, 7 e 8). Valores maiores representam baixa performance na respectiva tarefa.

Tabela 2
Escore do *Movement ABC* entre os grupos

Escore do <i>Movement ABC</i> ^a	Grupos		p
	GC (n = 17)	DCD (n = 16)	
Destreza Manual	3,0 (2,5)	10,5 (2,0)	0,000
Habilidades com Bola	0,0 (0,0)	3,5 (4,0)	0,000
Equilíbrio	0,0 (1,5)	2,0 (1,5)	0,004
Prejuízo Total	4,5 (2,5)	14,5 (4,0)	0,000
Percentil	49 (25)	4 (4)	0,000

a Dados expressos em mediana e intervalo entre quartis.

Diferenças testadas com teste-u.

Todas as crianças obtiveram o consentimento de seu responsável legal para participar do estudo (ANEXO B). A realização deste estudo foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (ANEXO C).

3.2 Descrição dos sistemas de medida

3.2.1 Sistema para aquisição dos dados eletromiográficos

Para obtenção dos parâmetros neuromusculares foi utilizado um eletromiógrafo de 8 canais (Bortec Eletronics, Inc., Calgary, Canadá), dotado de pré-amplificadores distantes 10 cm dos eletrodos. O eletromiógrafo foi conectado a uma Placa A/D (Dataq Instruments, Inc., Akron, USA), a qual estava conectada a um microcomputador (modelo Pentium 200 MHz), onde os dados foram adquiridos e armazenados no Software CODAS permitindo posterior análise. Para a coleta do sinal EMG foram utilizados eletrodos descartáveis de superfície do tipo Kendall (Meditrace - 100 - Ag/AgCl), com 3cm de diâmetro, com adesivo de fixação.

3.2.2 Sistema de perturbação da estabilidade postural - plataforma móvel

Para provocar perturbações da superfície de suporte foi utilizada uma plataforma móvel de dimensões 60cm x 60cm, apoiada em uma estrutura com dimensões de 1,3m de comprimento e 0,6m de largura. O sistema foi construído a partir do modelo proposto por SANTOS (2001) e adaptado para este estudo, e permitiu movimentações na direção antero-posterior (Figura 1).

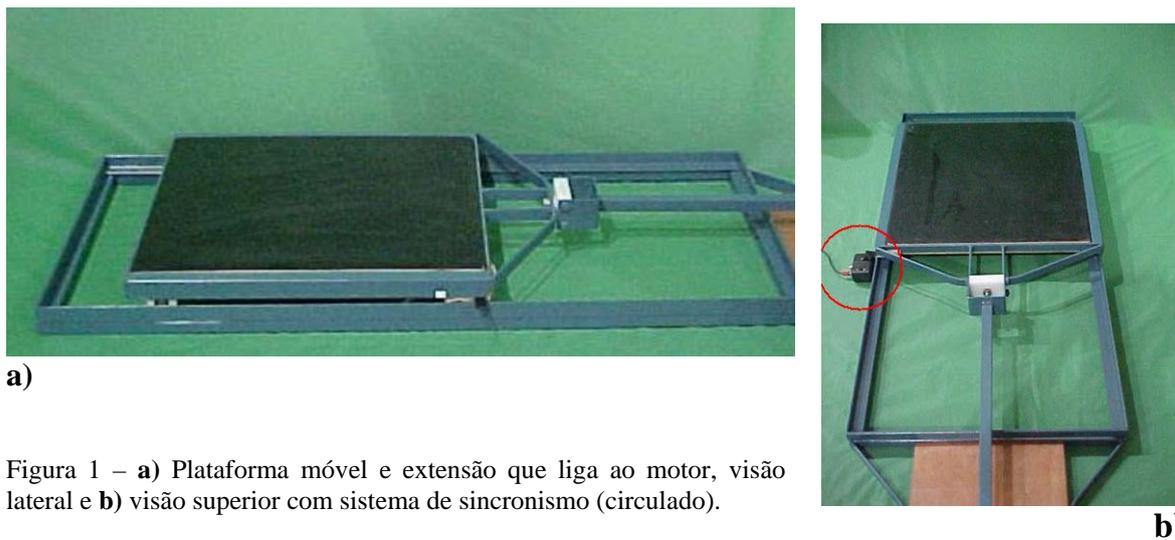


Figura 1 – **a)** Plataforma móvel e extensão que liga ao motor, visão lateral e **b)** visão superior com sistema de sincronismo (circulado).

Os movimentos da plataforma foram realizados e controlados por um sistema de servo mecanismo (Figura 2) constituído por um Controlador (Compumotor-APEX 6151) e por um servo motor (Compumotor-APEX 620-MO-NC) acoplado à plataforma móvel. O sistema de servo mecanismo foi controlado por um computador através do *software Motion Architect for Windows 95*, provocando movimentos com velocidade e amplitudes pré-estabelecidas.

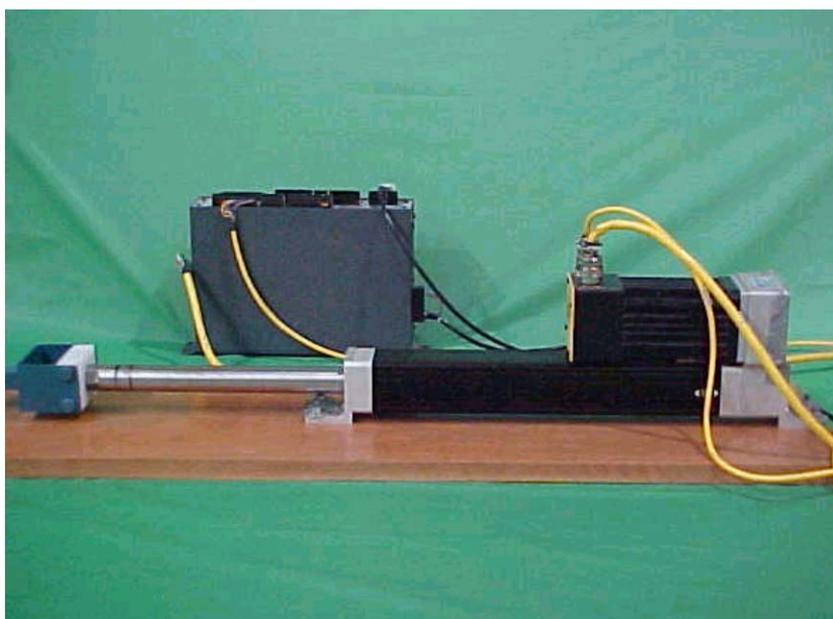


Figura 2 - Controlador (Compumotor-APEX 6151) e servo motor (Compumotor-APEX 620-MO-NC)

3.2.3 Sistema de Cinemetria

Para determinar a amplitude angular de deslocamento dos segmentos corporais, foram registradas imagens em 2-D, no plano sagital, através do sistema de vídeo Peak Performance versão 5.3 (Peak-Performance Technologies Inc., Englewood, E.U.A.), com frequência de aquisição de dados de 120 Hz. Para tanto, fitas reflexivas foram fixadas nos eixos articulares do tornozelo, joelho, quadril e ombro¹.

3.2.4 Sistema de Sincronismo

Para determinação do momento exato de início de movimento da plataforma foi utilizado um sistema de sincronismo integrando os sistemas de cinemetria e eletromiografia (Figura 1-b e Figura 3). Este sistema consistiu em um sensor optoeletrônico colocado ao lado da plataforma móvel. Este sensor era formado por uma luz infravermelha que era “interrompida” por uma pequena placa conectada à plataforma móvel. No momento em que a plataforma estava estacionária o sensor era posicionado ao lado da plataforma de forma a permitir que o infravermelho fosse interrompido. Este sistema informava aos demais que a plataforma estava estacionária e pronta para a perturbação. Quando a plataforma movimentava-se, a pequena placa conectada a ela permitia que a luz infravermelha fosse liberada, enviando assim a informação exata do momento em que a plataforma movimentava-se. Este sistema foi ajustado manualmente após cada movimento da plataforma móvel.

¹ Uma fita reflexiva também foi colocada no meato auditivo, para posterior determinação do movimento da cabeça. Entretanto, por problemas metodológicos, estes dados não foram utilizados para fins de análise.



Figura 3 – Sistema de sincronismo ao lado da plataforma móvel

3.3 Procedimentos de Coleta de Dados

As crianças selecionadas foram recebidas no Laboratório de Pesquisa do Exercício - LAPEX – UFRGS e, em um primeiro momento, foram registrados peso corporal e estatura, a fim de caracterizar a amostra. Em seguida iniciou-se a preparação dos sujeitos para os procedimentos de coleta na plataforma.

3.3.1 Preparação dos participantes

A preparação dos sujeitos para a coleta das respostas neuromusculares seguiu os procedimentos sugeridos por SODERBERG e KNUTSON (2000). Para captar os sinais eletromiográficos foram colocados eletrodos de superfície no ventre muscular, mais precisamente no terço distal dos músculos: tibial anterior e quadríceps – reto do fêmur, todos do lado direito do corpo. Técnicas de palpação (LEHMKUHL e SMITH, 1987) foram utilizadas para a localização do grupo muscular e fixação dos eletrodos. Foram realizadas abrandagem e limpeza da pele com algodão e álcool sobre as superfícies de fixação dos

eletrodos (BASMAJIAN e DE LUCA, 1985). Os eletrodos foram dispostos longitudinalmente em configuração bipolar. O eletrodo de referência foi colocado sobre a tuberosidade da tíbia. A taxa de amostragem foi de 2000 Hz por canal.

3.3.2 Teste de contração voluntária máxima - CVM

A fim de normalizar os dados EMG, foram realizados testes de contração voluntária máxima - CVM, nos músculos analisados. O teste consistiu em realizar uma contração isométrica voluntária máxima resistida pelo experimentador, com duração de 3s a 5s. Para a coleta da CVM de cada músculo, os participantes foram posicionados conforme descrito abaixo:

- **Tibial anterior:** o participante foi posicionado em decúbito dorsal em uma mesa com os joelhos estendidos, o experimentador sustentou a perna acima da articulação do tornozelo em sua superfície anterior, fazendo pressão no lado medial na superfície dorsal do pé, no sentido da flexão plantar do tornozelo. Foi solicitado ao participante que empurrasse a mão do experimentador no sentido de realizar uma flexão dorsal do tornozelo com a maior força possível.
- **Quadríceps – reto do fêmur:** o participante foi posicionado sentado sobre uma mesa apoiando-se na mesma, o experimentador segurou a coxa na superfície anterior, fazendo pressão contra a superfície anterior da perna, acima da articulação do tornozelo, no sentido da flexão do joelho. Foi solicitado ao participante que exercesse pressão contra a mão do experimentador, no sentido de realizar uma extensão da articulação do joelho com a maior força possível, sem produzir rotação da coxa.

3.3.3 Tarefa de perturbação da superfície de suporte

Após a execução do teste de CVM, foi solicitado aos participantes que se posicionassem descalços em posição ortostática, com os pés paralelos (distância dos ombros), sobre a plataforma móvel (Figura 4). Solicitou-se que olhassem fixamente uma figura (peixe) que foi fixada, na altura dos olhos, na parede localizada à sua frente (distância \cong 1,3m a 1,53m). Foi solicitado que as crianças permanecessem imóveis, com os braços perpendiculares ao solo e com as mãos cruzadas sobre o peito.



Figura 4 – Posição do participante sobre a plataforma móvel durante a coleta.

Cada participante foi submetido a 2x6 perturbações (2 conjuntos de 6 perturbações) da superfície de suporte, na direção anterior (amplitude de 4 cm; velocidade média de 16cm/s,

e duração de 250ms)². Foram registrados os sinais EMG em cada tentativa, com um intervalo entre tentativas de 25s a 35s.

Não foi informado ao participante que a plataforma iria movimentar-se, apenas que ele deveria manter-se em pé, movendo-se o mínimo possível, enquanto a lâmpada do sistema de cinemetria permanecesse acesa (a qual foi desligada somente após o término de todas as tentativas). A partir da posição requerida o experimentador forneceu um aviso verbal: “- Bem parado! Olhando para o peixe”. Alguns segundos após (1s a 5s randomizados), a plataforma moveu-se horizontalmente, sem o conhecimento prévio da criança. Após ela retomar sua posição inicial a tentativa foi considerada encerrada, e iniciadas as demais perturbações.

A tentativa foi considerada falha caso algumas das informações oferecidas não fossem devidamente atendidas, ou seja, não fixasse os olhos na figura, mudasse a base de apoio, ou ocorresse quaisquer problemas de equipamento (p. ex., falha no sincronismo, atividade elétrica dos músculos não ser captada) para as quais a tentativa falha foi desconsiderada para fins de análise.

Devido a uma limitação do equipamento de servo mecanismo (área útil da plataforma era restrita sendo necessário fazer retornar o pistão do servo mecanismo que empurrava a plataforma – Figura 2), os sujeitos desceram da plataforma móvel entre a sexta e a sétima perturbação, para que a plataforma retornasse à posição inicial. Reconhece-se, contudo, que este fato pode ter interferido nas modificações das respostas produzidas pelos indivíduos. Além disso, a posição angular inicial dos segmentos tronco, coxa e perna não foi controlada antes de cada perturbação. Entretanto, esta decisão também acarretou em uma limitação.

² Os parâmetros de movimentação da plataforma foram definidos em estudo piloto. Esses parâmetros foram eleitos por permitir a captação da atividade eletromiográfica sem produzir quedas dos indivíduos.

3.4 Variáveis

3.4.1 Dependentes

- Latência dos músculos da superfície anterior;
- Amplitude do sinal EMG dos músculos da superfície anterior;
- Ordem de ativação dos músculos da superfície anterior;
- Amplitude de oscilação dos segmentos corporais perna, coxa e tronco;
- Posição angular inicial dos segmentos corporais perna, coxa e tronco

3.4.2 Independentes

- Ser ou não identificado com DCD;
- Número da perturbação da superfície de suporte.

3.5 Processamento dos Dados

3.5.1 Cinemetria

As imagens registradas foram digitalizadas no próprio sistema de aquisição (Peak Performance) onde se calculou as coordenadas (x, y) dos centros articulares e realizou-se o cálculo dos parâmetros (deslocamento angular- θ) dos segmentos: perna, coxa e tronco.

As convenções angulares utilizadas para este estudo constam na figura 5:

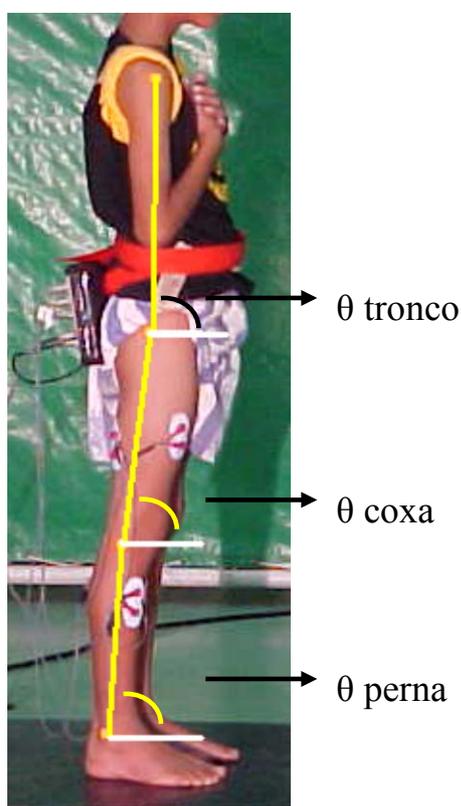


Figura 5 – Convenções angulares dos segmentos.

As curvas de deslocamento angular foram suavizadas com um filtro *Butterworth* do tipo passa baixa de ordem 3, com um frequência de corte de 9Hz, determinadas a partir do procedimento de análise residual sugerido por WINTER (1990).

O procedimento de WINTER (1990) para identificação da frequência de corte para filtragem do sinal é a análise residual das diferenças entre os sinais filtrados e brutos em uma amplitude de frequências de corte. Os resíduos são obtidos a partir da equação (1).

$$R(fc) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (X_t - \hat{X}_t)^2} \quad (1)$$

Onde:

$R(fc)$ - resíduo em determinada frequência de corte.

N – número de pontos da curva.

X_t – dados brutos da amostra no momento t .

\hat{X}_t - dados filtrados da amostra no momento t .

A partir do resíduo em cada frequência, construiu-se um gráfico dos resíduos (y) *versus* as frequências de corte (x) – Figura 6. A partir deste gráfico projetou-se uma linha reta quase horizontal dos valores (**ad**) até interceptar o eixo y (**a**). Uma linha horizontal (**ab**) a partir do eixo y foi projetada até atingir a curva de valores novamente (**b**); então, uma linha vertical (**be**) foi traçada a partir deste ponto até o eixo x . Este último valor do eixo x é a melhor frequência de corte (fc') segundo o referido autor, uma vez que representa um equilíbrio entre o sinal distorcido (bruto) e a quantidade de distorção permitida³.

³ Para maiores detalhes ver Winter (1990).

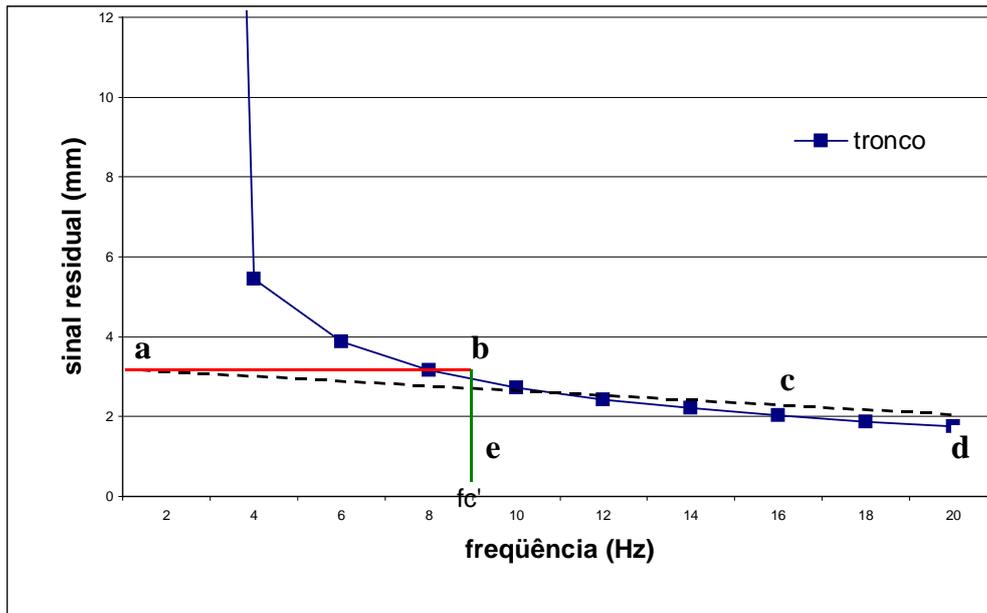


Figura 6 – Método sugerido por WINTER (1990) para determinar a frequência de corte para filtragem do sinal.

Cálculo das Variáveis Cinemáticas

A amplitude de oscilação de cada segmento (Figura 7) foi calculada a partir da variação angular do segmento ($\Delta\theta_{Seg}$), isto é, a diferença entre os ângulos máximo ($\theta_{máx}$) e mínimo ($\theta_{mín}$) de oscilação do segmento corporal (2).

$$\Delta\theta_{Seg} = \theta_{máx} - \theta_{mín} \quad (2)$$

A posição inicial de cada segmento foi calculada a partir do ângulo do segmento corporal no momento da perturbação (Figura 8).

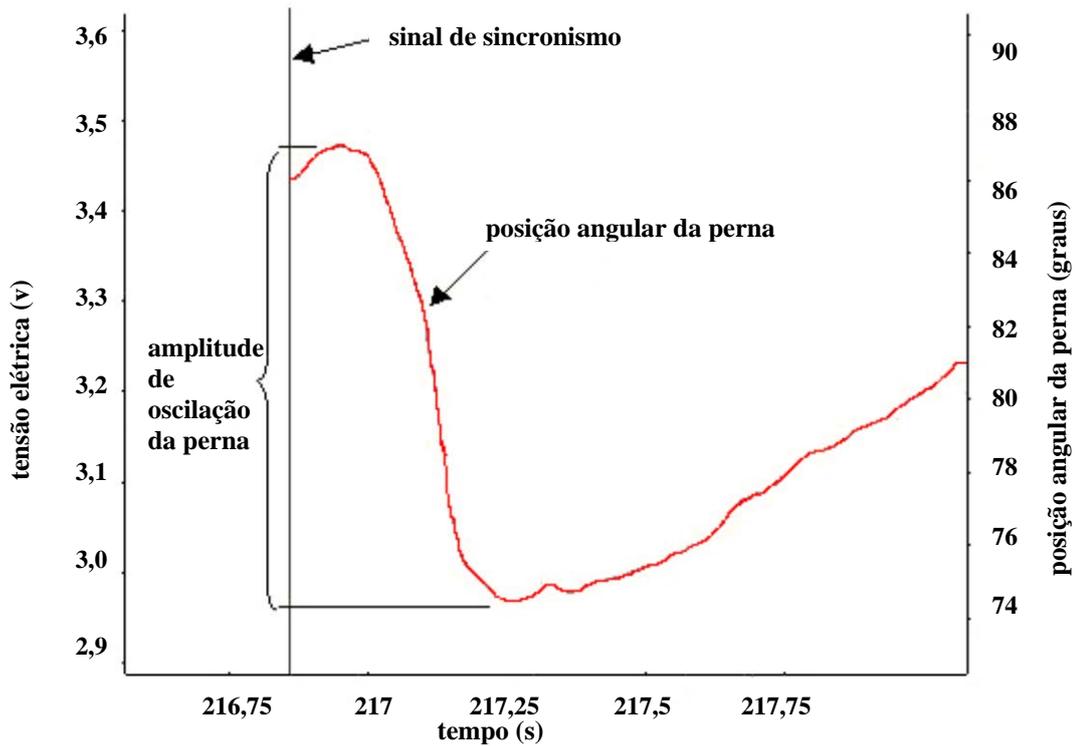


Figura 7 - Posição angular da perna e sinal de sincronismo – amplitude de oscilação do segmento perna

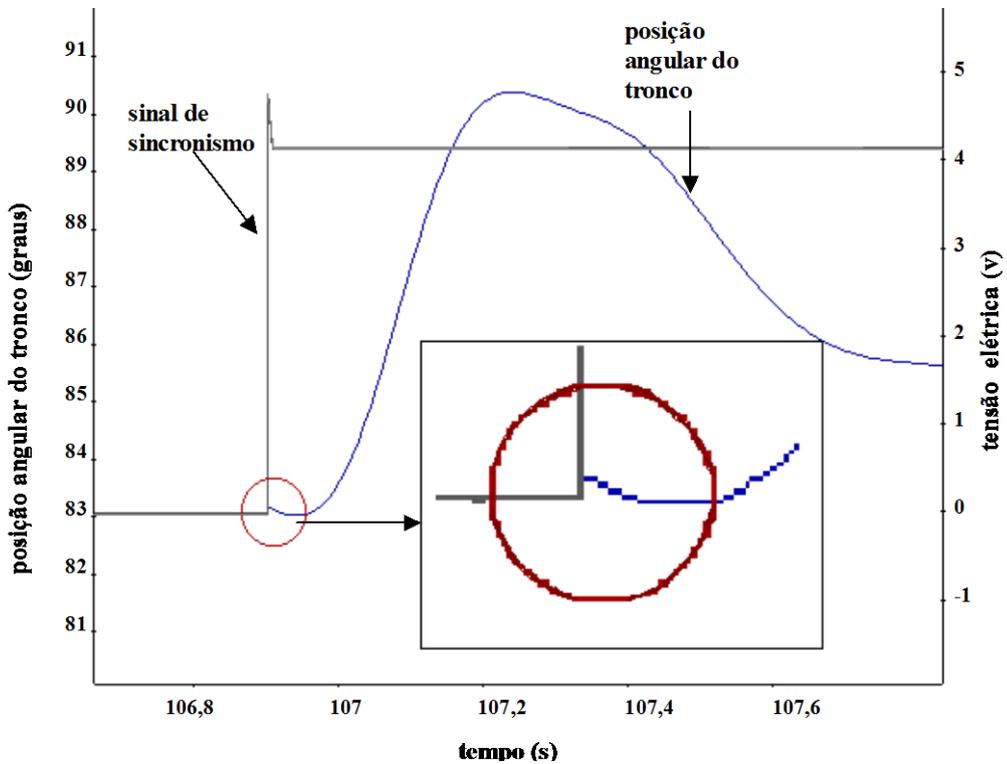


Figura 8 - Posição angular do tronco e sinal de sincronismo – em destaque a posição angular inicial do tronco (PIT)

3.5.2 Eletromiografia

Os sinais eletromiográficos durante as perturbações foram coletados e armazenados no software CODAS e processados no Sistema de Análise de Dados - SAD32, desenvolvido pelo Laboratório de Medições Mecânicas - LMM - da Escola de Engenharia da UFRGS.

Estes sinais foram suavizados com um filtro do tipo passa banda, Butterwoth de ordem 2, com frequências entre 15Hz e 400Hz; em seguida foram calculados os valores RMS (*Root Mean Square*), com janelamento móvel de 0,05s do tipo *Hamming*; definidos a partir da inspeção qualitativa do espectro de frequência. Os sinais processados foram então normalizados pela CVM. Os valores de latência foram extraídos dos sinais filtrados com o filtro *Butterwoth* supracitado e após a retificação da onda completa da curva.

Cálculo das Variáveis Eletromiográficas

A Latência dos grupos musculares foi calculada considerando o intervalo entre o início do movimento da plataforma (definido pelo sinal de sincronismo) e o início da atividade de cada grupo muscular (Figura 9).

Para definir o início e o fim da atividade EMG adotou-se o critério de 3 desvios-padrão acima do valor médio do sinal registrado pela criança na posição em repouso - MREP. Para ser considerado ativo o sinal do músculo deveria manter-se acima do valor do critério referido por um período mínimo de 5ms (Figura 9). Para ser considerado “desativo” o sinal do músculo deveria permanecer abaixo do valor do critério por um período mínimo 40ms.

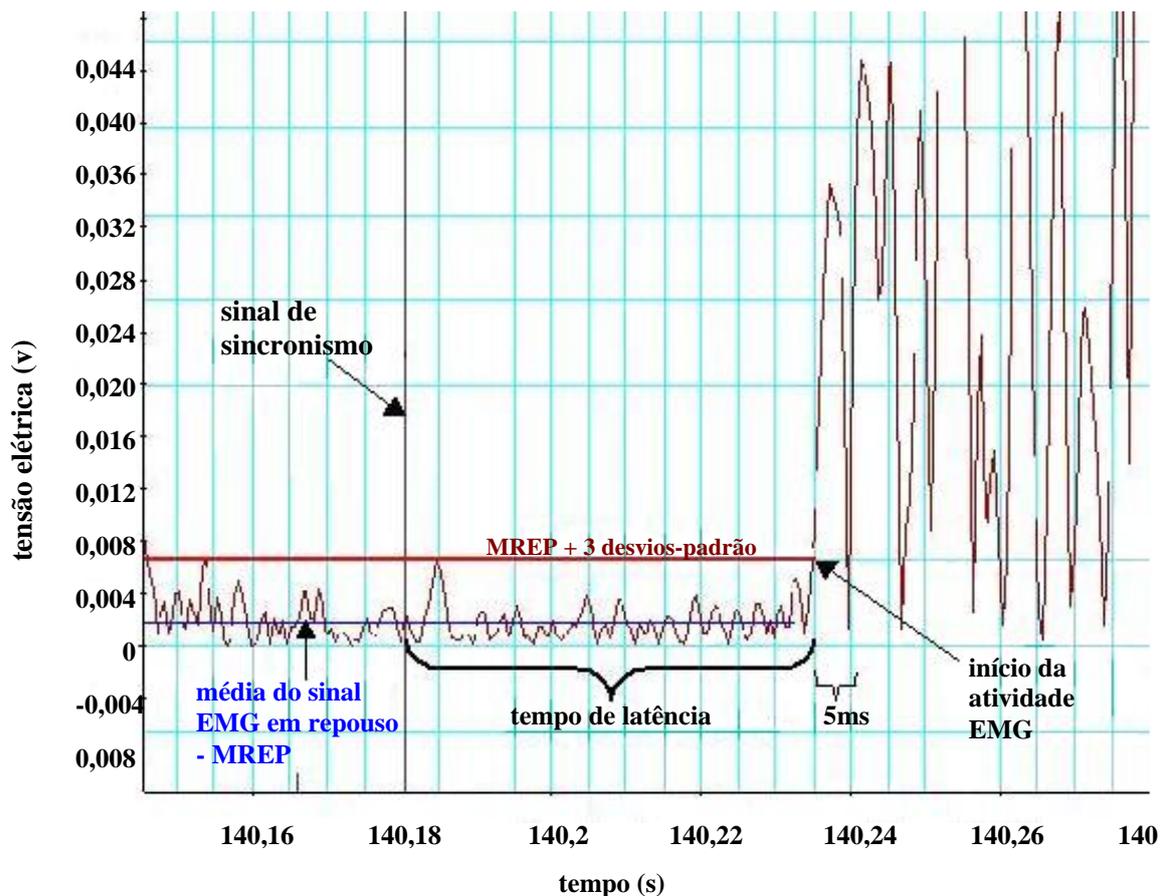


Figura 9 - Início da atividade EMG e tempo de latência do músculo tibial anterior

O sinal de repouso foi calculado a partir da média do sinal em um período de 50ms que iniciava 150ms antes do movimento da plataforma e terminava 100ms antes do mesmo (Figura 10).

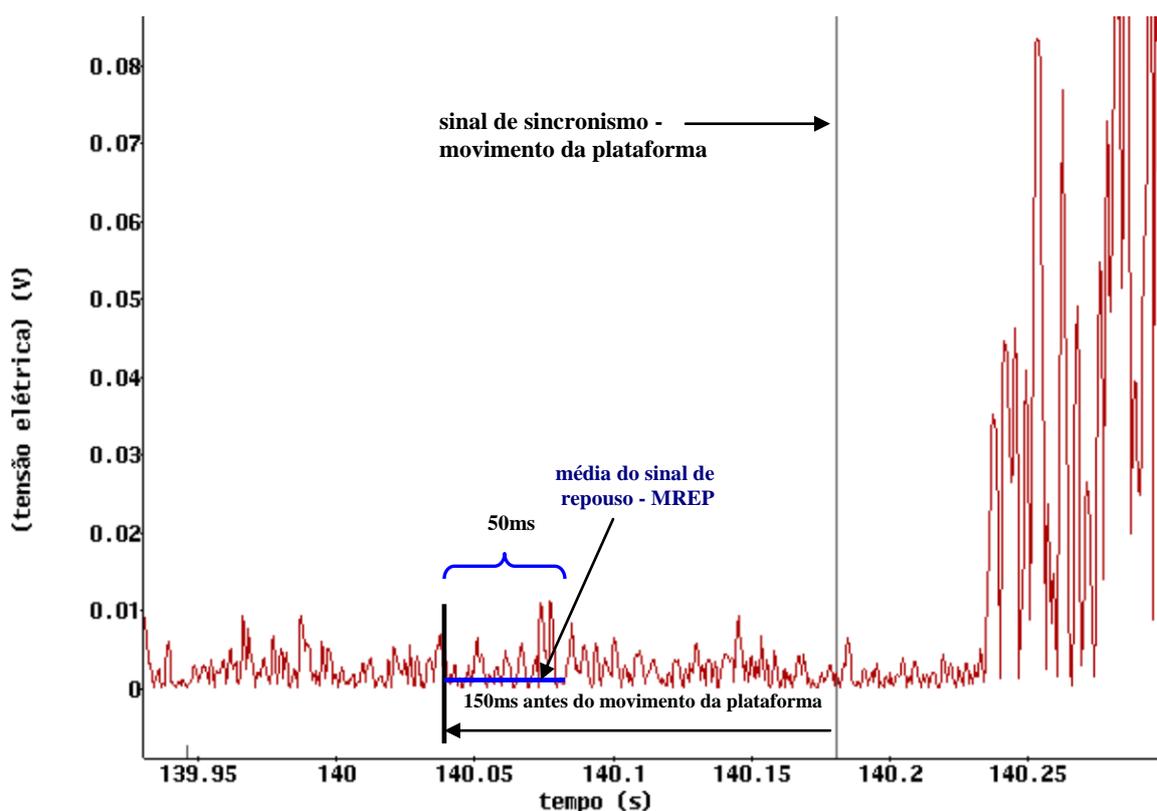


Figura 10 – Média do sinal EMG em repouso - MREP -, utilizada para o cálculo do critério de ativação EMG.

A ordem de ativação dos músculos foi calculada a partir do tempo de latência dos músculos da superfície corporal anterior. A ordem de ativação foi identificada como próximo-distal, quando o reto femoral foi ativado antes do tibial anterior e distal-proximal quando ocorreu o contrário.

A amplitude de atividade EMG foi calculada a partir do valor RMS^4 de atividade EMG dos músculos tibial anterior e reto femoral em cada tentativa, no período em que cada músculo permaneceu ativo (segundo critério supracitado).

⁴ RMS: *Root Mean Square*. O valor RMS é a raiz quadrada da média dos quadrados. O cálculo pode ser visualizado na seguinte equação: $RMS = \sqrt{(\sum y^2)/n}$, onde y são os valores relacionados à curva em cada instante de n (eixo x = tempo) representado por um número de pontos (WINTER, 1990).

3.6 Procedimentos Estatísticos

Para analisar as diferenças entre as perturbações em cada grupo, foi utilizado o teste de *Friedman*, uma vez que a normalidade dos resíduos - pressuposto para a utilização da ANOVA para medidas repetidas (ALTMAN, 1991) -, não foi constatada. Para determinação das diferenças foi utilizado um teste de comparações múltiplas (CAMPOS, 1983).

Para as variáveis nominais, utilizou-se o teste não-paramétrico de *Cochran's Q* para as análises intragrupo (FLEISS, 1973), e o teste de Fisher para a comparação entre as proporções intergrupos (CALLEGARI-JAQUES, 2003).

Para analisar as diferenças entre os grupos foi utilizado o teste t para amostras independentes para as variáveis cuja normalidade foi constatada. Caso contrário, utilizou-se o teste U de *Mann-Whitney* (CALLEGARI-JAQUES, 2003).

Para análise estatística foi utilizado o *software* SPSS 8.0 *for Windows*. O nível de significância adotado foi de 0,05.

4. Apresentação dos Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados das respostas neuromusculares e das variáveis cinemáticas, da comparação realizada entre os grupos e ao longo das perturbações. O detalhamento das comparações estatísticas está exposto no ANEXO D.

Latência dos músculos Tibial Anterior e Reto Femoral

Quando a latência do Tibial Anterior (Figura 11) foi comparada entre as perturbações, não se constatou diferenças em ambos os grupos investigados. Todavia, quando comparados entre si, o grupo com DCD apresentou uma latência maior ($p = 0,024$) do Tibial Anterior comparado ao GC na primeira perturbação.

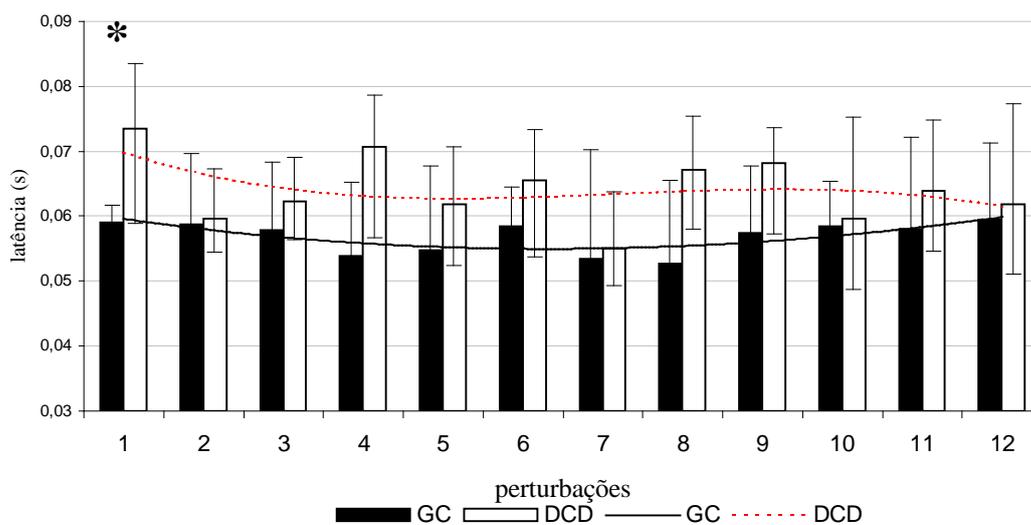


Figura 11 - Latência do **Tibial Anterior** entre as perturbações em ambos os grupos
 * Indicação de diferenças significativas entre o GC e DCD.

No que se refere à latência do reto femoral entre as perturbações (Figura 12) ambos os grupos diferiram, tanto o DCD ($p=0,022$), quanto o GC ($p=0,020$). Os resultados do teste de comparações múltiplas, para o GC, indicaram que a 6ª perturbação possuiu uma latência menor do que a 9ª perturbação. Para o grupo com DCD, a 1ª perturbação possuiu uma latência maior do que as 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 10ª e 11ª perturbações. A comparação entre os grupos evidenciou que na perturbação 6, o grupo DCD possui uma latência maior ($p=0,044$) que o GC.

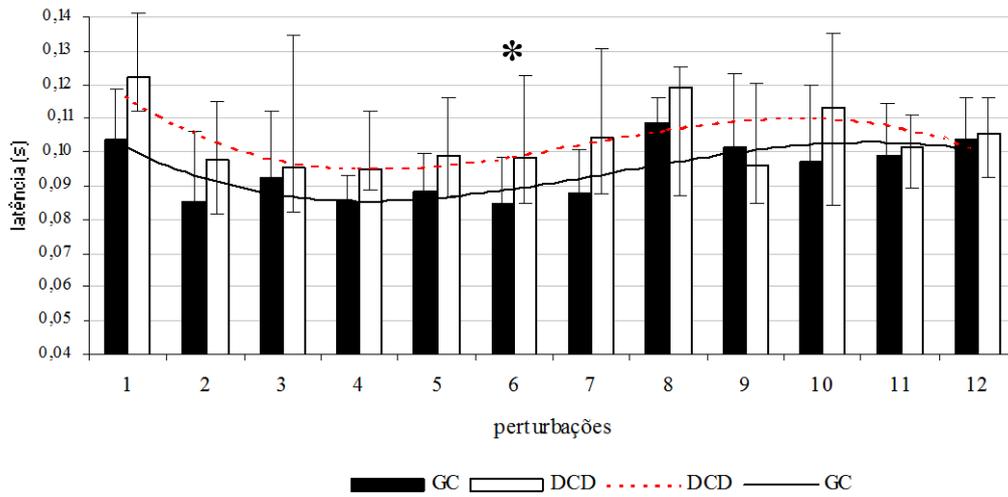


Figura 12 - Latência do **Reto Femoral** entre as perturbações em ambos os grupos
 * Indicação de diferenças significativas entre o GC e DCD.

Ordem de Ativação dos músculos

Sobre a ordem de ativação dos músculos (Figura 13), os grupos não diferiram entre as perturbações. O percentual de ativação distal-proximal (D-P) foi maior que o próximo-distal (P-D) em ambos os grupos. Na comparação entre a ordem de contração, os grupos não diferiram. Explicita-se, contudo, uma predominância do percentual ativação distal-proximal em ambos os grupos.

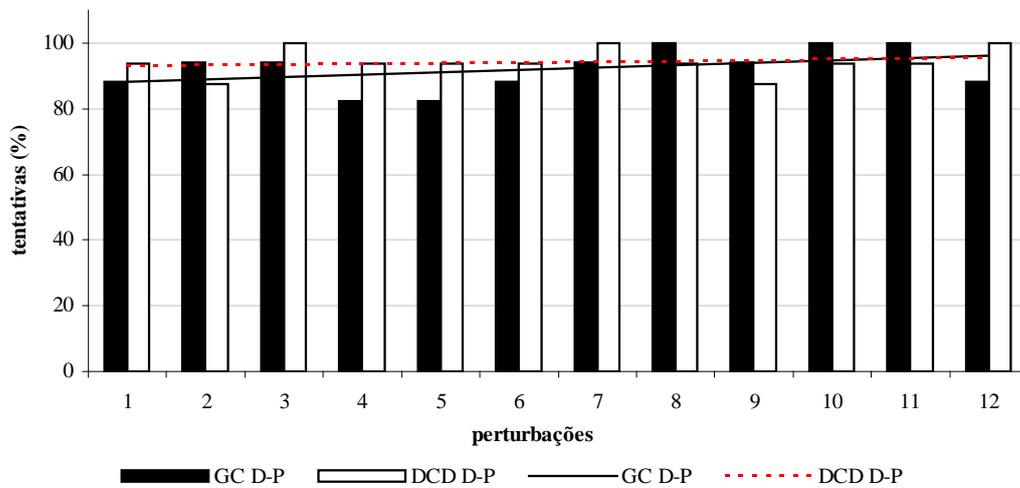
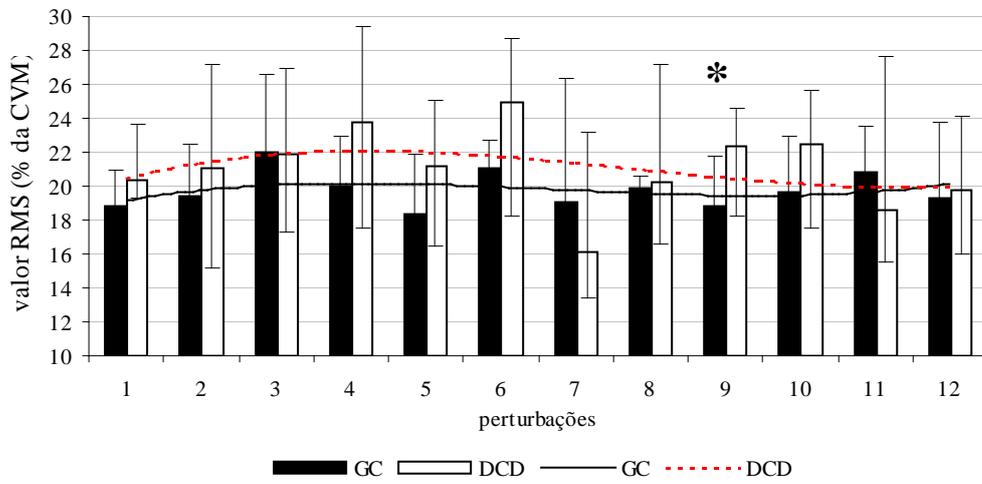


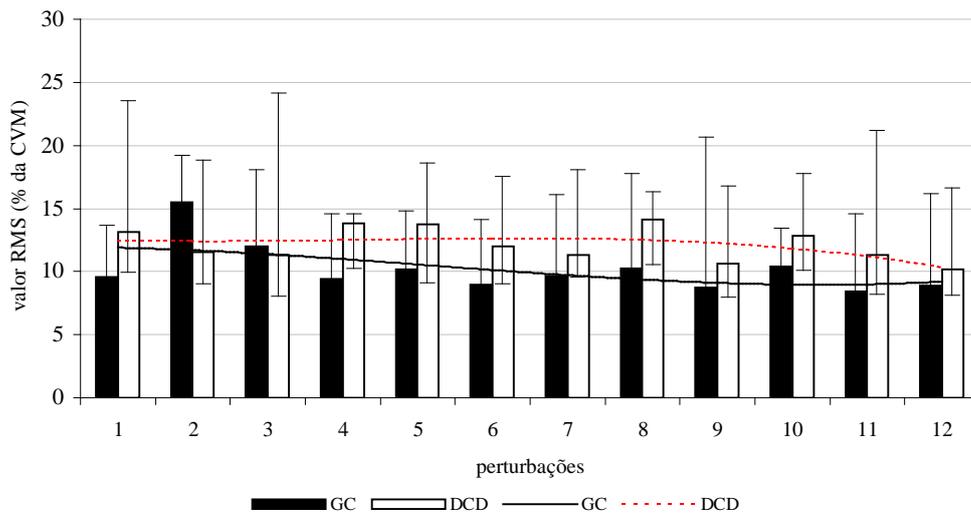
Figura 13 - Ordem de ativação dos músculos posturais entre as perturbações em ambos os grupos

Amplitude de Atividade elétrica dos músculos Tibial Anterior e Reto Femoral

Na comparação das amplitudes do sinal EMG (Figura 14 - a e b) ao longo das perturbações, não se constatou diferenças em ambos os músculos, tanto no grupo com DCD, quanto no grupo controle. Quando comparados entre si, o grupo com DCD apresentou valores RMS maiores que o grupo controle na atividade do Tibial Anterior, na 9^a perturbação ($p=0,043$). A atividade do músculo Reto Femoral não diferiu entre os grupos.



(a)



(b)

Figura 14 - Amplitude de atividade EMG dos músculos (a) Tibial Anterior e (b) Reto Femoral entre as perturbações em ambos os grupos.

* Indicação de diferenças significativas entre o GC e DCD.

Oscilações dos segmentos corporais de tronco, coxa e perna.

Quando comparadas ao longo das tentativas, as oscilações do segmento corporal tronco (Figura 15), somente o GC apresentou diferenças da 2^a para a 4^a e 11^a perturbação ($p=0,019$). Destaca-se que a 2^a perturbação produziu maior oscilação de tronco do que a 4^a e 11^a. A comparação entre os grupos não demonstrou diferenças significativas.

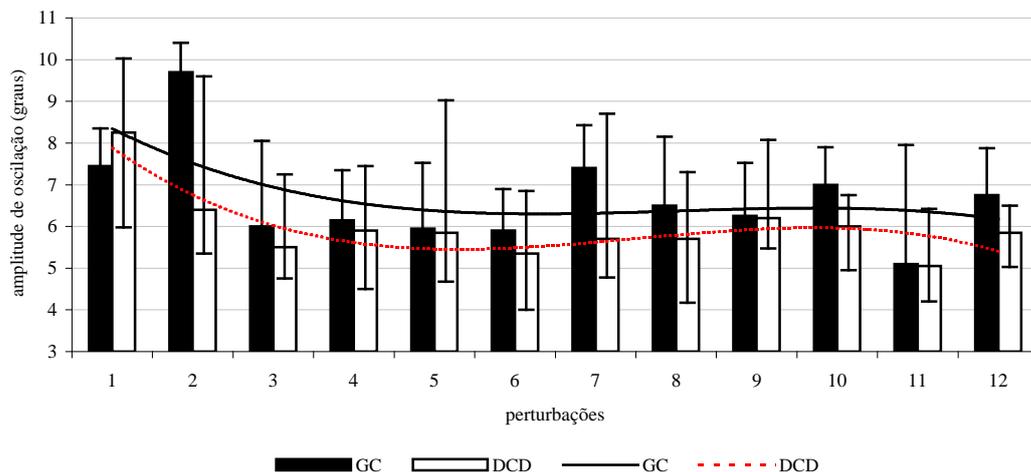


Figura 15 - Oscilação corporal do segmento tronco

As oscilações corporais do segmento coxa (Figura 16) diferiram somente no grupo controle. As diferenças foram encontradas quando comparadas a 2^a com a 5^a e a 12^a perturbação. Sendo que na 2^a perturbação as oscilações foram maiores do que na 5^a e 12^a. A comparação entre os grupos não evidenciou diferenças significativas.

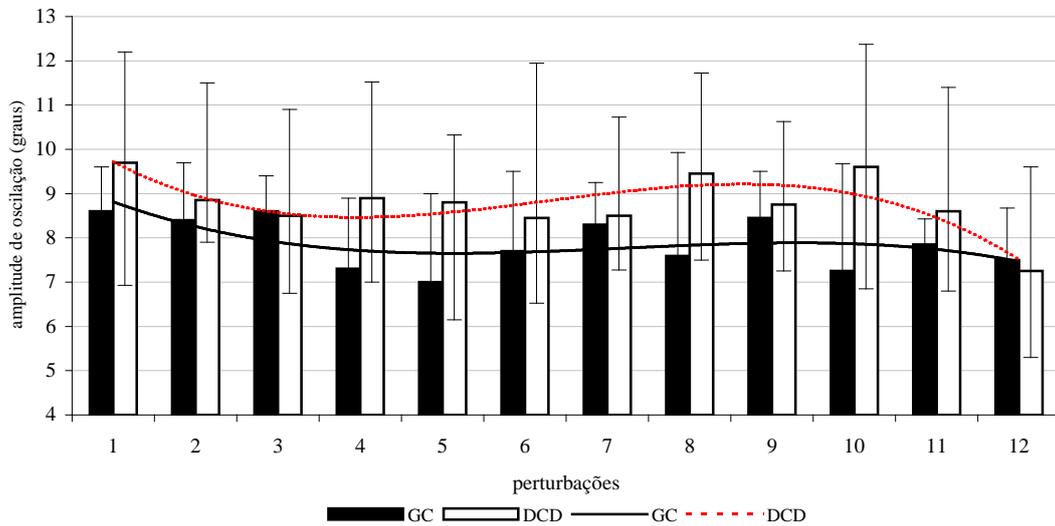


Figura 16 - Oscilação corporal do segmento coxa

As oscilações corporais do segmento perna (Figura 17), ao contrário dos demais, diferiram ao longo das perturbações em ambos os grupos, DCD ($p=0,014$) e GC ($p=0,006$). Nos dois casos, na 2^a perturbação, as oscilações foram maiores do que nas tentativas 11^a e 12^a. Os grupos não diferiram entre si.

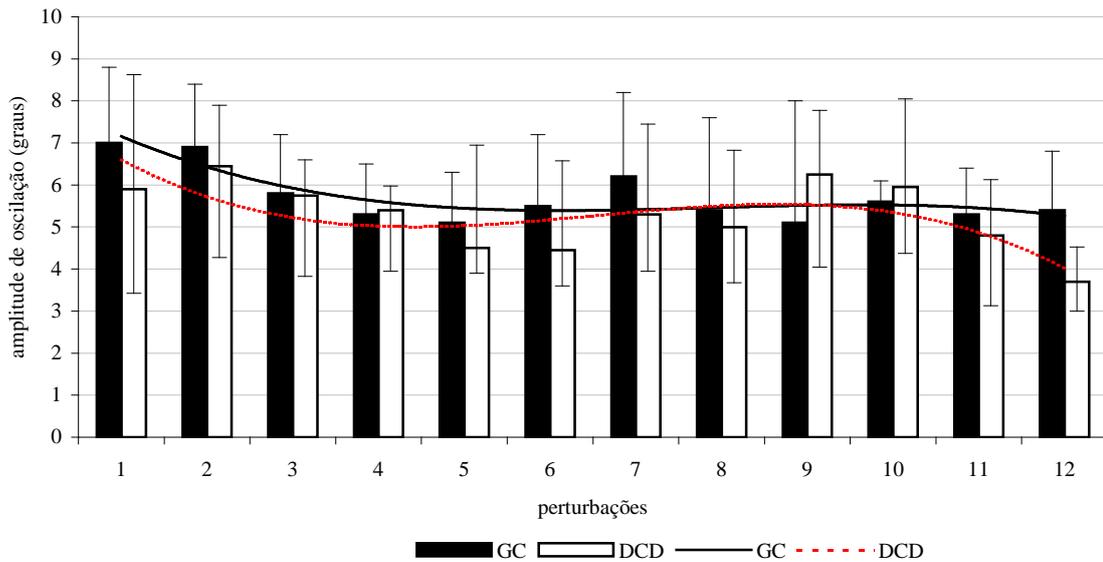
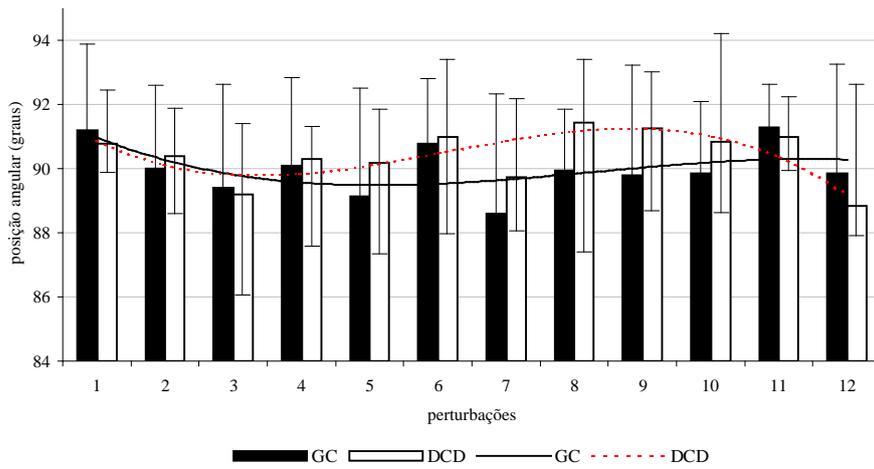


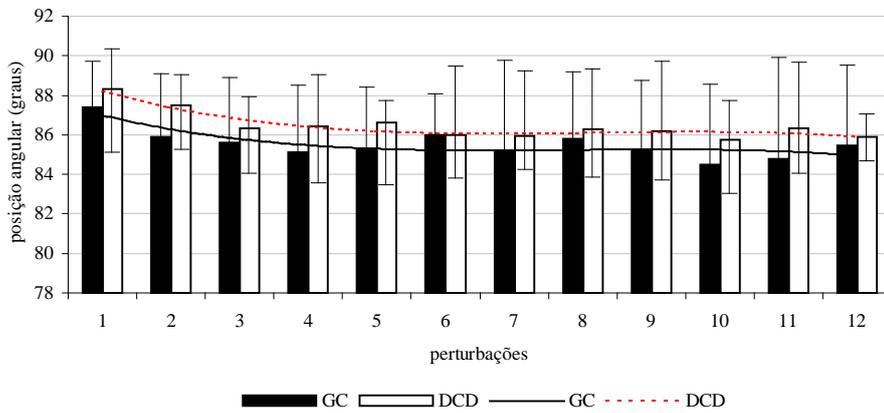
Figura 17- Oscilação corporal do segmento **perna**

Posição inicial do tronco (PIT), coxa (PIC) e perna (PIP).

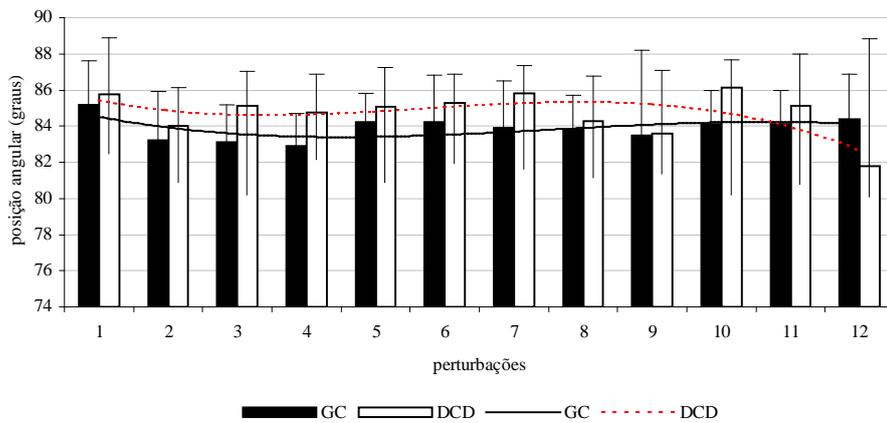
A PIT não diferiu ao longo das perturbações em ambos os grupos investigados (Figura 18 – a). No que se refere a PIC (Figura 18 – b), verificou-se diferenças em ambos os grupos, GC ($p=0,002$), e DCD ($p=0,019$). No GC, na 1ª perturbação, a coxa possuiu um ângulo inicial maior em relação às perturbações 4ª, 5ª, 8ª e 10ª. Para o DCD, o mesmo ocorreu, no entanto entre a 1ª perturbação e as 3ª a 6ª, 10ª e 12ª perturbação. Quanto a PIP (Figura 18 – c) constatou-se diferenças somente no GC ($p=0,012$) na qual a 1ª possuiu maior ângulo inicial em comparação às 2ª e 3ª perturbações. Os grupos não diferiram em relação à posição inicial.



(a)



(b)



(c)

Figura 18 - Posição angular inicial dos segmentos corporais (a) tronco, (b) coxa e (c) perna entre as perturbações em ambos os grupos.

5. Discussão dos Resultados

A hipótese de que o tempo de latência dos músculos analisados é maior no grupo com DCD (H1) foi confirmada para o músculo Tibial Anterior, na primeira perturbação, e para o Reto Femoral na sexta perturbação. Estes achados concordam em parte com o exposto na literatura de que as latências das respostas não diferem entre as crianças com e sem DCD (WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997a).

As diferenças encontradas neste estudo poderiam ser explicadas por uma dificuldade da criança com DCD em processar a informação proprioceptiva corroborando com WILLIAMS e CASTRO (1997), BAIRSTOW e LASZLO (1981), LASZLO e BAIRSTOW (1983) e LASZLO et al. (1988), ou somatosensorial (JUNG-POTTER et al., 2002), principalmente na primeira perturbação. Como esta perturbação não era de conhecimento das crianças, diferenças poderiam ser explicadas pela dificuldade da criança com DCD em processar uma informação inesperada. Entretanto, é importante ressaltar que em outras perturbações também foram encontradas diferenças, o que poderia ser explicado pela inconsistência nas latências, principalmente do grupo com DCD. Apesar da variabilidade não ter sido o foco deste estudo, analisando-se qualitativamente as Figuras 11 e 12, pode-se observar que as latências parecem mais inconsistentes no grupo com DCD, para ambos os músculos. Tal variabilidade foi observada no estudo de WILLIAMS e WOOLLACOTT (1997a).

Ao longo das perturbações verificou-se que, a partir da segunda tentativa, as crianças, em geral, parecem utilizar a informação sensorial da perturbação anterior a seu favor, reduzindo as latências, confirmando a premissa de que estas diminuiriam ao longo das perturbações em ambos os grupos (H5). O grupo com DCD diminuiu a latência do reto femoral ao longo das perturbações. No entanto, é importante destacar que para o músculo Tibial Anterior, tal hipótese não foi confirmada, tendo em vista que as latências não diferiram entre as perturbações. Esta não diminuição poderia ser justificada por um tempo menor para processar o estímulo sensorial durante a perturbação em ambos os grupos, uma vez que este grupo muscular tende a ser ativado primeiro, tanto no GC, quanto no DCD.

Apesar de haver diferenças significativas entre os grupos nos músculos estudados em apenas uma das perturbações, fazendo-se uma inspeção qualitativa na Figura 12, pode-se observar que o grupo com DCD apresentou latências maiores, ou seja, o início da atividade elétrica ocorreu mais tarde, em relação ao GC. O mesmo parece ocorrer para o músculo Tibial Anterior (Figura 11).

Estes resultados demonstram que a criança com DCD parece ter latências maiores que as do GC (diferenças significativas para o Tibial Anterior na primeira perturbação e para o reto femoral na sexta) – confirmando parcialmente a hipótese 1. Esta variável assemelha-se ao longo das perturbações, com latências mais próximas nas duas últimas perturbações para ambos os músculos. Parece que a criança com DCD necessita de mais tempo para produzir respostas semelhantes ao grupo dito normal.

A segunda hipótese formulada neste estudo, de que o percentual de contrações distais-proximais seria menor no grupo com DCD (H2), não foi confirmada. A literatura tem mostrado déficits na organização das respostas neuromusculares, no que se refere à ordem de contração dos músculos posturais. Estes estudos sugerem que crianças com DCD produzem respostas inconsistentes, no que diz respeito à ordem das contrações musculares em relação a

seus pares (WILLIAMS E WOOLLACOTT, 1997a; WILLIAMS e CASTRO, 1997). Neste estudo, tal inconsistência foi observada em ambos os grupos.

Os resultados de ordem de ativação no presente estudo convergem para uma predominância de ativação distal-proximal nos músculos analisados, corroborando com os estudos de WILLIAMS e WOOLLACOTT (1997a) e WILLIAMS e CASTRO (1997), tanto nas crianças do grupo controle, quanto nas crianças do grupo com DCD.

Entretanto, algumas crianças, em ambos os grupos, utilizaram ordens de contração distintas ao longo das perturbações. Esta inconsistência na estratégia empregada pode indicar a busca por uma forma de organização (típica do processo de adaptação). Apesar de tais constatações, a hipótese de que o percentual de contração (distal-proximal) aumentaria no grupo com DCD ao longo das perturbações (H6), não foi confirmada, pois não se observou diferenças significativas no percentual de utilização das contrações ao longo das perturbações.

Quanto à amplitude de atividade EMG dos músculos analisados, a hipótese de que seria maior nas crianças com DCD (H3) foi confirmada somente para o Tibial Anterior em uma das perturbações (9^a). Este achado difere, em parte, dos encontrados na literatura. WILLIAMS e CASTRO (1997) observaram amplitudes de atividade elétrica maiores para o grupo com DCD em músculos proximais e distais; entretanto, deve-se ressaltar que seus procedimentos foram distintos do presente estudo, uma vez que eles trabalharam sobre formas diferentes de perturbação (visual e vestibular). Quando observado o comportamento desta variável ao longo das perturbações, foi possível visualizar variações entre os músculos em ambos os grupos. No Reto Femoral, parece haver diminuição da amplitude de atividade no GC e uma diminuição nas últimas perturbações para o grupo com DCD. Apesar de tais constatações, a hipótese de que a amplitude de atividade EMG dos músculos posturais analisados diminuiria ao longo das perturbações para ambos os grupos (H7) também não foi confirmada, uma vez que não foram encontradas diferenças significativas.

A hipótese de que a oscilação dos segmentos corporais seria maior (H4) no grupo com DCD, não foi confirmada. Estes resultados divergem dos encontrados por WANN et al. (1998), que observaram amplitudes de oscilação corporal maiores no grupo DCD durante o equilíbrio estático na posição em pé, e corroboram os de GEUZE et al. (2002). A hipótese de que estas oscilações diminuiriam ao longo das perturbações (H8) foi confirmada em todos os segmentos para o GC e somente na perna para o grupo DCD.

Neste estudo, não foi controlada a posição inicial dos segmentos antes de cada perturbação, todavia, os grupos de crianças com DCD e GC não diferiram nesta variável. Na comparação entre as perturbações, o GC diminuiu a posição angular inicial dos segmentos coxa e perna, e o grupo com DCD somente a perna. Esta inclinação observada nos segmentos sugere uma tentativa de precaução às próximas perturbações.

Em resumo, os resultados apontam para diferenças entre o grupo controle e DCD nas latências em ambos os grupos musculares (em uma perturbação) e nas amplitudes de atividade elétrica muscular (somente para o Tibial Anterior em uma perturbação). Não foi possível visualizar diferenças na ordem de contração dos músculos, sugerindo uma organização semelhante entre os grupos nesta variável e nas proporções de amplitude de atividade elétrica entre os grupos distais e proximais.

A criança com DCD, ao que indica, é capaz de modificar algumas das respostas neuromusculares (latência do reto femoral) e cinemáticas (oscilações da perna) ao longo da repetição da tarefa, assemelhando-se ao grupo controle. Na latência das respostas, apesar de visualizar-mos grandes diminuições nas primeiras tentativas e suaves diminuições ao longo das demais, os dois grupos tornam-se muito próximos nas últimas perturbações. Entretanto, é possível observar que estas modificações no grupo com DCD nem sempre acompanham as

alterações do grupo controle, sugerindo que o grupo com DCD necessita de mais tentativas para produzir respostas semelhantes aos seus pares.

Algumas variáveis não demonstraram diferenças ao longo das perturbações, entretanto, estudos com um número maior de perturbações poderiam encontrar diferenças, uma vez que tendências de diminuição são observadas. A variabilidade das respostas, principalmente no grupo com DCD, possivelmente possa ter mascarado outras diferenças entre os grupos. Estudos com uma amostra maior de crianças com DCD fazem-se necessários, uma vez que a heterogeneidade é uma característica comum a esta desordem.

6. Conclusões

Os estudos em controle postural em crianças com DCD apontam para existência de problemas de organização temporal e de controle da amplitude de atividade EMG quando são submetidas à perturbação da superfície de suporte (WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997a; WILLIAMS e CASTRO, 1997). Neste sentido, o presente estudo permite as seguintes conclusões:

- (a) Em apenas uma perturbação, as latências dos músculos Tibial Anterior e Reto Femoral foram maiores no grupo com DCD, demonstrando muito mais semelhanças do que diferenças em relação ao GC. Há indícios de que a mesma é capaz de atenuar essas pequenas diferenças em relação ao GC, uma vez que as latências do músculo Reto Femoral tendem a diminuir ao longo das perturbações. Houve uma aproximação das latências com valores muito próximos nas últimas perturbações, sugerindo a necessidade de mais tentativas para a criança com DCD processar a informação sensorial das tentativas anteriores e assemelhar-se a seus pares em suas respostas.
- (b) Os grupos com DCD e GC parecem utilizar estratégias posturais semelhantes quanto à ordem de ativação dos músculos, uma vez que os grupos não diferiram. Ambos os grupos utilizam-se de estratégias próximo-distais e distais-proximais. Essa inconsistência parece

caracterizar o processo de adaptação à tarefa, onde ambas as crianças parecem estar testando estratégias e buscando organizar-se durante esse processo.

- (c) Houve diferença entre os grupos com relação à amplitude de atividade EMG apenas no Tibial Anterior (uma perturbação). Parece que, em geral, o grupo com DCD utiliza quantidades de atividade EMG necessária ao controle postural semelhantes ao GC. Diferenças podem não ter sido visualizadas devido à variabilidade dos valores, principalmente, no grupo com DCD.
- (d) As amplitudes de oscilação dos segmentos foram semelhantes entre os grupos. As amplitudes diminuíram em todos os segmentos para o GC, entretanto, no grupo com DCD, somente na perna. Estes resultados sugerem que o GC hiper-estima a segunda perturbação, e diminui gradualmente ao longo das demais, o que não ocorre no grupo com DCD, sugerindo dificuldade de utilizar a informação sensorial.
- (e) As posições angulares iniciais dos segmentos não diferiram entre os grupos, sugerindo posições iniciais semelhantes. O GC controle e DCD parecem ter realizado uma projeção anterior da pelve, com o intuito de precaução à próxima perturbação.

Sugestões para pesquisas futuras

Para pesquisas futuras sugere-se a utilização de mais perturbações, uma vez que foi observada a aproximação dos valores das crianças com DCD e GC entre as duas últimas perturbações. Pesquisas, neste sentido, fazem-se necessárias para o melhor entendimento dos processos adaptativos durante o controle da postura em crianças com DCD. Estudos envolvendo desestabilizações ou interrupções do processo de adaptação (tais como uma perturbação em sentido oposto) poderiam fornecer importantes informações sobre a estabilidade das respostas em DCD ao longo desse processo.

Ressalta-se a limitação deste estudo quanto a estratégias compensatórias de controle postural; portanto, estudos quanto a estratégias antecipatórias são necessários para um entendimento integral do controle da postura corporal em crianças com DCD.

6. Referências Bibliográficas

- 1 ALTMAN, D. G.. *Practical Statistics for Medical Research*. London: Chapman & Hall, 1991.
- 2 AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders - DSM-IV*. 4.ed.. Washington: APA, 1994.
- 3 AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders - DSM-III*. 3.ed.. Washington: APA, 1987.
- 4 ARMITAGE, M.; LARKIN, D.. Laterality, motor asymmetry and clumsiness in children. *Human Movement Science*, v. 12, p. 155-177, 1993.
- 5 BAIRSTOW, P. J.; LASZLO, J. I.. Kinaesthetic sensitivity to passive movements in children and adults, and its relationship to motor development and motor control. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 23, p. 606-616, 1981.
- 6 BAKER, J.. A psycho-motor approach to the assessment and treatment of clumsy children. *Physiotherapy*, v. 67, n. 12, p. 356-363, 1981.
- 7 BARNETT, A.; HENDERSON, S. E.. Buttoning as a prototyp of bimanual coordination – some observations on clumsy children. In: van ROSSUM, J. H. A.; LASZLO, J. I. (eds.). *Motor Development: Aspects of normal and delayed development*. Amsterdam: V. U. Press, 1994. p. 99-115

- 8 BASMAJIAN, J. V.; DE LUCA, C. J.. *Muscles Alive: their functions revealed by electromyography*. 5.ed.. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.
- 9 BISHOP, D. V. M.. Handedness, clumsiness and cognitive ability. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 22, p. 569-579, 1980.
- 10 BISHOP, D. V. M.. Handedness, clumsiness and developmental language disorder. *Neuropsychologia*, v. 28, p. 681-690, 1990.
- 11 BLASZCZYK, J. W.; HANSEN, P. D.; LOWE, D. L.. Postural sway and perception of the upright stance stability borders. *Perception*, v. 22, p.1333-1341, 1993.
- 12 CALLEGARI-JACQUES, S. M.. *Bioestatística: princípios e aplicações*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2003.
- 13 CAMPOS, H.. *Estatística Experimental Não-Paramétrica*. 4.ed. Piracicaba: ESA-USP, 1983.
- 14 CERMAK, S. A.; TRIMBLE, H.; CORYELL, J.; DRAKE, C.. Bilateral motor coordination in adolescents with and without learning disabilities. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, v. 10, p. 5-18, 1990.
- 15 Clumsy Children. *British Medical Journal*, v. 296, p. 1665-1666.
- 16 COLEMAN, R.; PIEK, J. P.; LIVESEY, D. J.. A longitudinal study of motor ability and kinaesthetic acuity in young children at risk of developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, v. 20, p. 95-110, 2001.
- 17 DARE, M. T.; GORDON, N.. Clumsy children: a disorder of perception and motor organization. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 12, p. 178-185, 1970.
- 18 DEWEY, D.; KAPLAN, B. J.. Subtyping of developmental motor deficits. *Developmental Neuropsychology*, v. 10, n. 3, p. 265-284, 1994.

- 19 DIETZ, M.; TRIPPEL, M.; HORSTMANN, G. A.. Significance of proprioceptive and vestibulo-spinal reflexes in the control of stance and gait. In: PATLA, A. E. (ed.). *Adaptability of human gait*. Amsterdam: Elsevier, 1991. p. 37-52.
- 20 DWYER, D.; McKENZIE, B. E.. Impairment of visual memory in children who are clumsy. *Adapted Physical Activity Quarterly*, v. 11, p. 179-189, 1994.
- 21 ENGELHORN, R.. Effects of skill practice on electromyographic activity patterns and frequency spectra. *Human Movement Science*, v. 6, p. 117-131, 1987.
- 22 FLEISS, J. L.. *Statistical Methods for Rates and Proportions*. New York: Wiley, 1973.
- 23 FLETCHER FLINN, C.; ELMES, H.; STRUGNELL, D.. Visual-perceptual and phonological factors in the acquisition of literacy among children with congenital developmental coordination disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v.39, p. 158-166, 1997.
- 24 FORSSBERG, H.; NASHNER, L.. Ontogenetic development of postural control in man: adaptation to altered support and visual conditions during stance. *Journal of Neuroscience*, v. 2, p. 545-552, 1982.
- 25 GAHERY, Y.; MASSION, J.. Co-ordination between posture and movement. In: E. V. EVARTS; S. P. WISE; D. BOUSFIELD (eds.). *The motor system in neurobiology*, Amsterdam: Elsevier, 1981. p.121-125.
- 26 GEUZE, R. H.; BÖRGER, H.. Response selection in clumsy children: five years later. *Journal of Human Movement Studies*, v. 27, p. 1-15, 1994.
- 27 GEUZE, R. H.; JONG, F. J.; REITSMA, E. M.. *Developmental coordination disorder and static balance*. DCD – V Conference – Mechanisms Measurement Management Abstracts. Banff, 2002.

- 28 GEUZE, R. H.; JONGMANS, M. J.; SCHOEMAKER, M. M.; SMITS-ENGELSMAN, B. C. M.. Clinical and research diagnostic criteria for developmental coordination disorder: a review and discussion. *Human Movement Science*, v. 20, p. 7-47, 2001.
- 29 GEUZE, R. H.; KALVERBOER, A. F.. Bimanual rhythm coordination in clumsy and dyslexic children. In: VALENTI, S. S.; PITTINGER, J. B. (eds.). *Studies in Perception and Action II*, 1993. p. 24-28.
- 30 GEUZE, R. H.; KALVERBOER, A. F.. Inconsistency and adaptation in timing of clumsy children. *Journal of Human Movement Studies*, v. 13, p. 421-432, 1987.
- 31 GEUZE, R. H.; KALVERBOER, A. F.. Tapping a rhythm: a problem of timing for children who are clumsy or dyslexic? *Adapted Physical Activity Quarterly*, v. 11, p. 203-213, 1994.
- 32 GEUZE, R.; BÖRGER, H.. Children who are clumsy: five years later. *Adapted Physical Activity Quarterly*, v. 10, p. 10-21, 1993.
- 33 GORDON, N.; MCKINLAY, S.. *Helping clumsy child*. London: W. B. Saunders, 1980.
- 34 HENDERSON, S. E. Motor developmental and minor handicap. In: KALVERBOER, A. F.; HOPKINS, B.; GEUZE, R. H. (eds.). *Motor Development in Early and Later Childhood: longitudinal approaches*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 286-306, 1993.
- 35 HENDERSON, S. E.. Developmental Coordination Disorder. *Adapted Physical Activity Quarterly*, v. 11, p. 111-114, 1994.
- 36 HENDERSON, S. E.. Roots and Branches: 100 years of DCD (an overview of developments in DCD). *DCD-V Conference: mechanisms, measurement and management*. Banff, 2002.

- 37 HENDERSON, S. E.; BARNETT, A. L.; HENDERSON, L.. Visuospatial difficulties and clumsiness: on the interpretation of conjoined deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, v. 35, p. 961-969, 1994.
- 38 HENDERSON, S. E.; ROSE, P.; HENDERSON, L.. Reaction time and movement time in children with a developmental coordination disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, v. 33, p. 895-905, 1992.
- 39 HENDERSON, S. E.; SUGDEN, D. A.. *Movement Assessment Battery for Children* (Manual). Londres: The Psychological Corporation, 1992.
- 40 HOARE, D.. Subtypes of developmental coordination disorder. *Adapted Physical Activity Quarterly*, n. 11, p. 158-169, 1994.
- 41 HOARE, D.; LARKIN, D.. Kinaesthetic abilities of clumsy children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 33, p. 671-678, 1991.
- 42 HORAK, F. B.; NASHNER, L. M.. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *Journal of Neurophysiology*, v. 55, n. 6, p. 1369-1381, 1986.
- 43 HORAK, F.; SHUPERT, C.; MIRKA, A.. Components of postural dyscontrol in the elderly: a review. *Neurobiology of Aging*, v. 10, p. 727-745, 1989.
- 44 HUH, J. WILLIAMS, H. S.; BURKE, J. R.. Development of bilateral motor control in children with developmental coordination disorders. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 40, p. 474-484, 1998.
- 45 HULME, C.; BIGGERSTAFF, A.; MORAN, G.; MCKINLAY, I.. Visual, kinaesthetic and cross-modal judgements of length by normal and clumsy children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 24, p. 461-471, 1982.

- 46 HULME, C.; SMART, A.; MORAN, G.. Visual perceptual deficits in clumsy children. *Neuropsychologia*, v. 20, p. 475-481, 1982.
- 47 HULME, C.; SMART, A.; MORAN, G.; McKINLAY, I.. Visual, kinesthetic and cross-modal judgements of length by clumsy children: a comparison with young normal children. *Child: Care, Health and Development*, v. 10, p. 117-125, 1984.
- 48 JOHNSTON, L. M.; BURNS, Y. R.; BRAUER, G. S.; RICHARDSON, C. A.. Differences in postural control and movement performance during goal directed reaching in children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, v. 21, p. 583-601, 2002.
- 49 JOHNSTON, O.; SHORT, H.; CRAWFORD, J.. Poorly coordinated children: a survey of 95 cases. *Child: Care, Health and Development*, v. 13, p. 361-376, 1987.
- 50 JUNG-POTTER, J. O.; KIM, S. J.; METCALFE, J. S.; HORN, C.; WILMS-FLOET, A.; McMENAMIM, S.; WHITALL, J.; CLARK, J. E.. *Somatosensory-motor coupling in children with developmental coordination disorder*. DCD – V Conference – Mechanisms Measurement Management Abstracts. Banff, 2002.
- 51 LASZLO, J. J.; BAIRSTOW, P. J.. Kinaesthesia: its measurement, training and relationship to motor control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, v. 35, p. 411-421, 1983.
- 52 LASZLO, J. J.; BAIRSTOW, P. J.. Process oriented assessment and treatment of children and perceptual-motor dysfunction. In: LOVIBOND, P. F.; WILSON, H. P. (eds.). *Clinical and Abnormal Psychology*. Amsterdam: North Holland, 1989. p. 311-318.

- 53 LASZLO, J. J.; BAIRSTOW, P. J.; BARTRIP, J.; ROLFE, V. T.. Clumsiness or perceptuo-motor dysfunction? In: COLLEY, A.; BEECH, E. (eds.). *Cognition and action in skilled behavior*. Amsterdam: North Holland, 1988. p. 293-316.
- 54 LASZLO, J. J.; SAINSBURY, K. M.. *Perceptual-motor development and the prevention of clumsiness*. Motor control and sensory-motor integration. *Psychological Research*, v. 55, p. 167-174, 1993.
- 55 LEHMKUHL, L. D.; SMITH, L. K.. *Cinesiologia Clínica de Brunnstrom*. 4.ed.. São Paulo: Manole, 1987.
- 56 LORD, R.; HULME, C.. Kinaesthetic sensitivity of normal and clumsy children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 29, p. 720-725, 1987b.
- 57 LORD, R.; HULME, C.. Perceptual judgements of normal and clumsy children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 29, p. 250-257, 1987a.
- 58 LORD, R.; HULME, C.. Visual perception and drawing ability in clumsy and normal children. *British Journal of Developmental Psychology*, v. 69, p. 1-9, 1988.
- 59 LOSSE, A.; HENDERSON, A. E.; ELLIMAN, D.; HALL, D.; KNIGHT, E.; JONGMANS, M.. Clumsiness in children - Do they grow out of it? A ten-year follow-up study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 33, p. 55-68, 1991.
- 60 LUNDY-EKAMN, L.; YVRY, R.; KEELE, S.; WOOLLACOTT, M. H.. Timing and force control deficits in clumsy children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 3, n. 4, p. 367-376, 1991.
- 61 MACNAB, J. J.; MILLER, L. T.; POLATAJKO, H. J.. The search for subtypes of DCD: Is the cluster analysis the answer? *Human Movement Science*, v. 20, p. 49-72, 2001.

- 62 McCOLLUM, G.; LEEN, T. K.. Form and exploration of mechanical stability limits in erect stance. *Journal of Motor Behavior*, v. 21, n.3, p. 225-244, 1989.
- 63 MON-WILLIAMS, M. A.; WANN, J. P.; PASCAL, E.. Ophthalmic factors in developmental coordination disorder. *Adapted Physical Activity Quarterly*, v. 11, p. 170-178, 1994.
- 64 MON-WILLIAMS, M. A.; WANN, J. P.; PASCAL, E.. Visual-proprioceptive mapping in children with developmental coordination disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 41, p. 247-254, 1999.
- 65 NASHNER, L. M.. Adaptation of human movement to altered environments. *Trends of Neuroscience*, p. 358-361, 1982.
- 66 NASHNER, L. M.. Adapting reflexes controlling the human posture. *Experimental Brain Research*, v. 26, p. 52-72, 1976.
- 67 NASHNER, L. M.. Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. *Experimental Brain Research*, v. 30, p. 13-24, 1977.
- 68 NASHNER, L. M.. Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. In: DUNCAN, P. (ed.). *Balance: proceedings of the APTA*, 1989. p. 5-12.
- 69 NASHNER, L. M.; WOOLLACOTT, M.. The organization of rapid postural adjustments of standing humans: an experimental-conceptual model. In: TALBOTT, R. E.; HUMPHREY, D. R. (eds.). *Posture and Movement*. New York: Raven Press, 1979, p. 13-24.
- 70 NEWNHAM, C.; MCKENZIE, B. E.. Cross-modal transfer of sequential visual and haptic shape information by clumsy children. *Perception*, v. 22, p. 1061-1073, 1993.

- 71 OLIVEIRA, M. A.. *Controle de força e torque isométrico em crianças com e sem desordem coordenativa desenvolvimental*. Tese (Doutorado em Ciências do Movimento Humano). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Tese de Doutorado, 2003.
- 72 PETERSEN, R. D. S.. A criança com disfunção coordenativa desenvolvimental. *Perfil*, n. 3, p. 42-50, 1999.
- 73 RAMOS, M.. *Parâmetros cinemáticos e temporais da habilidade de alcançar para pegar em crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvimental (DCD)*. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Dissertação de Mestrado, 2002.
- 74 RÖSBLAD, B.; VON HOFSTEN, C.. Perceptual control of manual pointing in children with motor impairments. *Physiotherapy and Practice*, v.8 p. 223-233, 1992.
- 75 SANTOS, A. D.. *Alterações funcionais decorrentes da amputação transmetatarsiana em pacientes diabéticos neuropatas*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. Dissertação de Mestrado, 2001.
- 76 SHOEMAKER, M. M.; VAN DER WESS, M.; FLAPPER, B.; VERHEIJ-JANSEN, N.; SCHOLTEN-JAEGERS, S.; GEUZE, R. H.. Perceptual skills of children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, v. 20, p. 111-133, 2001.
- 77 SHUMWAY-COOK, A., WOOLLACOTT, M.. The growth of stability: postural control from a developmental perspective. *Journal of Motor Behavior*, v. 17, n. 2, p. 131-147, 1985.

- 78 SHUMWAY-COOK, A.. Equilibrium deficits in children. In: WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. (eds.). *Development of posture and gait across the lifespan*. Columbia: University of South Carolina, 1990. p. 229-252.
- 79 SHUMWAY-COOK, A.; McCOLLUM, G.. Assessment and treatment of balance disorders in the neurologic patient. In: MONTGOMERY, T.; CONNOLLY, B. (eds.). *Motor Control and physical therapy: theoretical framework and practical applications*. Chattanooga: Chattanooga Corp., 1990.
- 80 SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.. *Motor Control: theory and practical applications*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995.
- 81 SIMS, K.; HENDERSON, S. E.; HULME, C.; MORTON, J.. The remediation of clumsiness: 1. An evaluation of Laszlo's kinaesthetic approach. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 38, n. 11, p. 976-987, 1996a.
- 82 SIMS, K.; HENDERSON, S. E.; MORTON, J.; HULME, C.. The remediation of clumsiness: 2. Is kinaesthesia the answer. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 38, n. 11, p. 988-997, 1996b.
- 83 SMYTH, T. R.. Clumsiness in children: a defect of kinesthetic perception. *Child: Care, Health and Development*, v. 20, p. 27-36, 1994.
- 84 SMYTH, T. R.. Clumsiness: kinesthetic perception and translation. *Child: Care, Health and Development*, v. 22, p. 1-9, 1996.
- 85 SMYTH, T. R.; GLENCROSS, D. J.. Information processing deficits in clumsy children. *Australian Journal of Psychology*, v. 38, p. 13-22, 1986.
- 86 SODERBERG, G. L.; KNUTSON, L. M.. A guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. *Physical Therapy*, v. 80, n. 5, p. 485-498, 2000.

- 87 SUGDEN, D. A.; WRIGHT, H. C.. *Motor Coordination Disorders in Children*. Thousand Oaks: SAGE, 1998.
- 88 TARANTOLA, J.; NARDONE, A.; TACCHINI, E.; SCHIEPPATI, M.. Human stance stability improves with the repetition of the task: effect of foot position and visual condition. *Neuroscience Letters*, v. 228, p. 75-78, 1997.
- 89 VOLMAN, M. J. M.; GEUZE, R. H.. Relative phase stability of bimanual and visomotor rhythmic coordination patterns in children with a developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, v. 17, p. 541-572, 1988b.
- 90 VOLMAN, M. J. M.; GEUZE, R. H.. Stability of rhythmic finger movements in children with a developmental coordination disorder. *Motor Control*, v. 2, p. 34-60, 1988a.
- 91 WANN, J. P.; MON-WILLIAMS, M.; RUSHTON, K.. Postural control and coordination disorders: the swinging room revisited. *Human Movement Science*, v. 17, p. 491-513, 1998.
- 92 WILLIAMS, H. G.; WOOLLACOTT, M. H.; YVRY, R., Timing and motor control in clumsy children. *Journal of Motor Behavior*, v. 24, p. 165-172, 1992.
- 93 WILLIAMS, H. G., FISHER, J. M., TRITSCHLER, K. A.. Descriptive analysis of static postural control in 4, 6 and 8 year old normal and motorically awkward children. *American Journal of Physical Medicine*, v. 62, n.1, 1983.
- 94 WILLIAMS, H. G.; CASTRO, A.. Timing and force characteristics of muscle activity: postural control in children with and without developmental coordination disorders. *Australian Educational and Developmental Psychologist*, n. 14, p. 43-54, 1997.
- 95 WILLIAMS, H. G.; MCCLENAGHAN, B.; WARD, D. S.. Duration of muscle activity during standing in normally and slowly developing children. *American Journal of Physical Medicine*, v. 64, p. 171-189, 1985.

- 96 WILLIAMS, H. G.; WOOLLACOTT, M.. Characteristics of neuromuscular responses underlying posture control in clumsy children. In: CLARK, J. E.; HUMPHREY, J. H. (eds.). *Motor Development: Research & Reviews*, v.1, NASPE, 1997a. p. 8-23.
- 97 WILLIAMS, H. G.; WOOLLACOTT, M.. Neuromuscular responses underlying balance in the clumsy child. *Society for Neuroscience Abstracts*, v. 14, n. 66, 1997b.
- 98 WILSON, P. H.; MARUFF, P.; McKENZIE, B. E.. Covert orienting of visuospatial attention in children with developmental coordination disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 39, p. 736-745, 1996.
- 99 WILSON, P. H.; McKENZIE, B. E.. Information processing deficits associated with developmental coordination disorder: a meta-analysis of research findings. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, v. 39, n. 6, p. 829-840, 1998.
- 100 WINTER, D. A.. *Biomechanics and motor control of human movement*. 2.ed.. New York: John Wiley, 1990.
- 101 WOOLLACOTT, M. H., SHUMWAY-COOK, A.. Changes in posture control across the life span - a systems approach. *Physical Therapy*, v. 70, n. 12, 1990.
- 102 WRIGHT, H. C.. Children with developmental co-ordination disorder - a review. *European Journal of Physical Education*, v. 2, p. 5-22, 1997.
- 103 WRIGHT, H. C.; SUGDEN, D. A.. The nature of developmental coordination disorder: inter- and intragrup differences. *Adapted Physical Activity Quarterly*, n. 13, p. 357-371, 1996.

ANEXOS

ANEXO A

BATERIA DE AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO PARA CRIANÇAS

A Bateria de Avaliação do Movimento para Crianças (*Movement Assessment Battery for Children* - HENDERSON e SUGDEN, 1992) é constituída de 8 testes por faixa etária, que avaliam a proficiência motora em habilidades motoras finas, habilidades motoras amplas de equilíbrio estático, dinâmico, e habilidades com bola. A bateria para a faixa etária de 9-10anos consiste:

- PRÉ-TESTE: Braço e Perna dominantes: Para o braço dominante será solicitado que a criança arremesse uma bola de tênis por cima do ombro com uma das mãos para o experimentador (2 tentativas). Para a perna dominante a criança deverá chutar a bola de tênis para o experimentador, a bola deverá ser colocada no chão entre os pés da criança.
- TESTE 1: Mudando Pinos de Linhas: a criança mantém uma tábua (com furos dispostos em 4 linhas) estável em uma das mãos e segura um pino a ser movimentado com a outra. Ao sinal do avaliados a criança deve mover os pinos da 2ª linha para a primeira (a superior), os da 3ª para a 2ª e os da 4ª para a 3ª. É registrado o tempo entre o sinal do avaliador e a criança soltar último pino. Devem ser testadas ambas as mãos.
- TESTE 2: Colocando porcas no parafuso: a criança segura um parafuso com uma mão e uma das porcas com a outra. Ao sinal a porca é rosqueada ao longo do parafuso até que toque a porca fixa. A 2ª e a 3ª porca são, desta forma, rosqueadas uma a uma, encontrando as porcas já posicionadas. É registrado o tempo entre o sinal do avaliador e última das 3 porcas ser rosqueada totalmente.

- **TESTE 3: Trilha da Flor:** a criança desenha uma linha contínua, seguindo uma trilha em formato de flor, sem atravessar os seus limites. São permitidos ajustes do ângulo do papel (até 45°). É testada apenas a mão preferida. É registrado o número de vezes que o traço ultrapassou o limite.
- **TESTE 4: Receber com as duas mãos:** a criança arremessa uma bola na parede, a uma distância marcada de 2m, e pega de volta com ambas as mãos. São executadas 10 tentativas, e é registrado o número de recepções executadas corretamente (não é permitido ultrapassar a marca, ou prender a bola contra o corpo).
- **TESTE 5: Arremessar o saco de feijão na caixa:** a criança arremessa o saco de feijão dentro da caixa alvo, posicionada a 2,5m a sua frente. Somente uma das mãos é testada. São executadas 10 tentativas, e é registrado o número de arremessos executados corretamente (acertar o alvo, e não ultrapassar a linha enquanto arremessa).
- **TESTE 6: Equilíbrio em uma tábua:** A criança equilibra-se sobre um dos pés, em uma tábua de equilíbrio, por até 20 segundos. É registrado o tempo que a criança permanece sobre a tábua sem tocar o pé livre no chão ou na tábua, e sem tocar as bordas da tábua no chão. Ambas as pernas são testadas.
- **TESTE 7: Saltar em um pé só em quadrados:** a criança inicia o teste ficando em um pé só sobre o primeiro quadrado. A criança deve executar cinco saltitos contínuos para frente sobre um pé só, quadrado a quadrado. A posição final deve ser sobre o último quadrado em posição controlada e equilibrada. É registrado o número de saltitos consecutivos corretos (não é permitido, saltitar fora ou sobre as linhas, saltitar mais de uma vez no mesmo quadrado, e deixar o pé livre tocar o chão). Ambas as pernas são testadas.
- **TESTE 8: Equilíbrio da bola:** a criança deve posicionar uma tábua sobre a palma da mão e posicionar uma bola no meio dela. A criança deve estabilizar a tábua de forma que a mesma permaneça estacionária sem necessitar segurá-la. A criança deve caminhar ao redor de dois suportes localizados a uma distância de 2,7m um do outro. É registrado o número de vezes em que a bola cair. Somente uma das mãos é testada.

ANEXO B

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Seu filho(a) está sendo convidado a participar de um estudo sobre controle do movimento, o qual pretende investigar a habilidade da criança em controlar o equilíbrio corporal. Neste sentido, pedimos que você leia este documento e esclareça suas dúvidas antes de consentir, com sua assinatura, a participação do seu filho(a).

Objetivo do Estudo:

Investigar as respostas neuromusculares em crianças com DCD.

Procedimentos:

- Participar de uma avaliação motora, realizada na própria escola, onde a criança realizará tarefas como: arremessar e receber uma bola arremessada, permanecer estático em uma tábua de equilíbrio, saltitar amarelinha (sapata), mudar pinos de linhas, colocar porcas no parafuso, fazer trilhas em forma de flor, arremessar um saco com feijão em uma caixa, equilibrar uma bola sobre uma prancha quando se desloca.
- Participar de uma avaliação do controle do equilíbrio da criança, realizada no Laboratório de Pesquisa do Exercício da Escola de Educação Física da UFRGS, onde a criança realizará tarefas como: ficar parado sobre uma plataforma permanecendo o mais imóvel possível durante 12 tentativas.
- Executar um teste de contração voluntária máxima - CVM, para tanto serão colocados 9 eletrodos de superfície (adesivos descartáveis colados sobre a pele para captação de atividade elétrica).
- Nessas atividades a criança será filmada para avaliação posterior de seus movimentos, as filmagens serão utilizadas somente para fins científicos.
- A criança será transportada em veículo da Universidade e acompanhada por um pesquisador responsável, da Escola Gema Angelina Belia até a Escola de Educação Física da UFRGS (aproximadamente 4 Km), onde será realizada a avaliação. No local, a criança permanecerá o período de um turno escolar (aproximadamente 3 horas), Ao final da avaliação a criança será levada novamente para a Escola no veículo supracitado.

Riscos e Benefícios do Estudo:

- Primeiro: Nenhuma das etapas da avaliação quer na Escola, quer na ESEF - UFRGS, oferece risco à saúde da criança, tão pouco a expõe a situações constrangedoras.
- Segundo: As crianças receberão um lanche no dia da avaliação na ESEF - UFRGS, período em que permanecerão um turno em avaliação.
- Terceiro: A Escola receberá um relatório com a avaliação das crianças contendo recomendações técnicas para a elaboração de atividades motoras para o melhor desempenho de movimentos relacionados às atividades escolares das crianças.
- Quarto: A criança será avaliada, caso necessário, por um médico neurologista acompanhada de seus pais ou responsáveis e será comunicado a estes, se for o caso, da necessidade de acompanhamento clínico específico e receberá orientações sobre os tipos de atividades recomendadas.
- Quinto: Este estudo poderá contribuir no entendimento científico de problemas de coordenação e controle motor de crianças nesta faixa de idade,

Confidencialidade:

Ficará resguardado ao pesquisador responsável e protegido de revelação não autorizada o uso das informações recolhidas.

A direção da Escola X receberá um relatório das avaliações realizadas, o qual poderá ser consultado, a qualquer momento, individualmente, pelo responsável da criança avaliada.

Voluntariedade:

A recusa da criança em participar do estudo será sempre respeitada, possibilitando que seja interrompida a rotina de avaliações a qualquer momento, a critério da criança participante e/ou seu responsável.

Novas informações:

A qualquer momento os responsáveis e a direção da Escola poderão requisitar informações esclarecedoras sobre o estudo, através de contato com o pesquisador.

Os responsáveis ou profissionais da Escola poderão acompanhar a realização das avaliações se assim preferirem.

Contato:

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano

Profa. **Ana Carolina Chaves Larronda**

Rua Felizardo, 750 - Bairro Jardim Botânico / POA – RS

(51) 3316-5858 / 5859 / 5845 ou 98047006

Declaração

Eu _____
tendo lido as informações oferecidas acima, e tendo sido esclarecido das questões referentes
ao estudo, na condição de responsável, autorizo o aluno (a)
_____ a participar livremente
do presente estudo.

Endereço Residencial: _____

Telefone Residencial: _____ **Telefone celular:** _____

Assinatura _____ **Data** _____

ANEXO C

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UFRGS

ANEXO D

RESULTADOS DOS TESTES ESTATÍSTICOS

Testes de *Friedman* (comparações intragrupo), *T e U de Mann-Whitney* (comparações intergrupos):

Tabela 3 – Mediana e IEQ da **Latência do Tibial Anterior** (s) entre perturbações em cada grupo

Perturbações	Controle		DCD		P (intergrupo)	
	Mediana	IEQ	Mediana	IEQ	T	u
1	0,0590	0,0089	0,0736	0,0246	0,024*	
2	0,0587	0,0258	0,0597	0,0129		0,249
3	0,0579	0,0248	0,0624	0,0126	0,338	
4	0,0539	0,0212	0,0707	0,0220	0,081	
5	0,0547	0,0263	0,0618	0,0183	0,569	
6	0,0585	0,0120	0,0656	0,0195		0,097
7	0,0534	0,0213	0,0551	0,0144	0,634	
8	0,0527	0,0155	0,0672	0,0175	0,254	
9	0,0574	0,0190	0,0683	0,0164		0,105
10	0,0585	0,0241	0,0596	0,0265	0,307	
11	0,0580	0,0195	0,0639	0,0202		0,331
12	0,0595	0,0224	0,0619	0,0262	0,673	
P	0,899		0,225			

* Diferenças significativas para um $p < 0,05$.

Letras diferentes indicam diferenças significativas.

IEQ – Intervalo entre Quartis

Tabela 4 - Mediana e IEQ da **Latência do Reto Femoral** (s) entre as perturbações em cada grupo

Perturbações	Normal		DCD		P (intergrupo)	
	Mediana	IEQ	Mediana	IEQ	T	u
1	0,1039 ^{ab}	0,0315	0,1219 ^a	0,0291	0,058	
2	0,0850 ^{ab}	0,0304	0,0978 ^b	0,0334	0,297	
3	0,0921 ^{ab}	0,0271	0,0952 ^b	0,0528	0,306	
4	0,0854 ^{ab}	0,0153	0,0948 ^b	0,0230		0,130
5	0,0880 ^{ab}	0,0158	0,0991 ^b	0,0301	0,140	
6	0,0845 ^a	0,0211	0,0982 ^{ab}	0,0382	0,044*	
7	0,0876 ^{ab}	0,0249	0,1042 ^{ab}	0,0428	0,113	
8	0,1084 ^{ab}	0,0165	0,1191 ^{ab}	0,0383		0,407
9	0,1011 ^b	0,0291	0,0959 ^{ab}	0,0362	0,961	
10	0,0974 ^{ab}	0,0310	0,1133 ^b	0,0510	0,810	
11	0,0989 ^{ab}	0,0287	0,1015 ^b	0,0215		0,857
12	0,1035 ^{ab}	0,0331	0,1052 ^{ab}	0,0242		0,352
P	0,022*		0,020*			

* Diferenças significativas para um $p < 0,05$.

Letras diferentes indicam diferenças significativas.

IEQ – Intervalo entre Quartis

Tabela 5 – Mediana e IEQ da **amplitude de atividade EMG** (% da CVM) do músculo **Tibial Anterior** entre as perturbações em cada grupo

Perturbações	Normal		DCD		P (intergrupo)	
	Mediana	IEQ	Mediana	IEQ	t	u
1	18,77	7,01	20,37	4,29	0,284	
2	19,42	6,44	21,02	11,97	0,428	
3	22,00	8,79	21,86	9,69	0,786	
4	19,97	7,91	23,79	11,82	0,226	
5	18,30	8,80	21,17	8,58	0,294	
6	21,07	6,67	24,91	10,42		0,140
7	19,08	12,34	16,16	9,81		0,387
8	19,92	3,69	20,28	10,58		0,829
9	18,85	7,42	22,41	6,33	0,043*	
10	19,67	7,22	22,50	8,17	0,234	
11	20,85	9,16	18,64	12,12	0,699	
12	19,34	9,01	19,79	8,08	0,970	
p (intragrupo)	0,507		0,234			

* Diferenças significativas para um $p < 0,05$.

Letras diferentes indicam diferenças significativas.

IEQ – Intervalo entre Quartis

Tabela 6 – Mediana e IEQ da **amplitude de atividade EMG** do músculo **Reto Femoral** (% da CVM) entre as perturbações em cada grupo

Perturbações	Normal		DCD		P (intergrupo)	
	Mediana	IEQ	Mediana	IEQ	t	U
1	9,57	7,93	13,13	13,55	0,059	
2	15,48	9,69	11,53	9,76		0,640
3	12,02	10,74	11,35	16,08		0,640
4	9,38	9,01	13,81	4,33		0,195
5	10,21	8,33	13,76	9,48	0,245	
6	8,93	8,61	12,03	8,51		0,387
7	9,68	10,30	11,29	8,51		0,272
8	10,25	10,86	14,12	5,76		0,150
9	8,71	14,39	10,61	8,76		0,692
10	10,43	8,58	12,81	7,62		0,249
11	8,45	8,47	11,29	12,98		0,349
12	8,89	11,12	10,20	8,48		0,479
p (intragrupo)	0,121		0,488			

* Diferenças significativas para um $p < 0,05$.

Letras diferentes indicam diferenças significativas.

IEQ – Intervalo entre Quartis

Tabela 7 – Mediana e IEQ da **amplitude de oscilação do tronco** (graus) entre as perturbações em cada grupo

Perturbações	Normal		DCD		P (intergrupo)	
	Mediana	IEQ	Mediana	IEQ	t	u
1	7,45 ^{ab}	3,1	8,25	4,1		0,444
2	9,70 ^a	4,4	6,40	4,3	0,581	
3	6,00 ^{ab}	2,6	5,50	2,5	0,750	
4	6,15 ^b	2,8	5,90	3,0		0,910
5	5,95 ^{ab}	2,5	5,85	4,4		0,821
6	5,90 ^{ab}	2,4	5,35	2,9		0,521
7	7,40 ^{ab}	3,6	5,70	3,9		0,509
8	6,50 ^{ab}	3,3	5,70	3,1		0,274
9	6,25 ^{ab}	2,0	6,20	2,6		0,836
10	7,00 ^{ab}	2,3	6,00	1,8		0,291
11	5,10 ^b	4,1	5,05	2,2		0,651
12	6,75 ^{ab}	2,2	5,85	1,5		0,114
p (intragrupo)	0,019*		0,082			

* Diferenças significativas para um $p < 0,05$.

Letras diferentes indicam diferenças significativas.

IEQ – Intervalo entre Quartis

Tabela 8 – Mediana e IEQ da **amplitude de oscilação da coxa** (graus) entre as perturbações em cada grupo

Perturbações	Normal		DCD		P (intergrupo)	
	Mediana	IEQ	Mediana	IEQ	T	U
1	8,60 ^{ab}	2,2	9,70	5,3	0,241	
2	8,40 ^a	2,3	8,85	3,6	0,333	
3	8,60 ^{ab}	1,7	8,50	4,2	0,925	
4	7,30 ^{ab}	2,5	8,90	4,5	0,114	
5	7,00 ^b	2,4	8,80	4,2	0,426	
6	7,70 ^{ab}	2,4	8,45	5,4		0,552
7	8,30 ^{ab}	1,9	8,50	3,5	0,410	
8	7,59 ^{ab}	2,7	9,45	4,2	0,316	
9	8,45 ^{ab}	1,8	8,75	3,4	0,264	
10	7,25 ^{ab}	2,9	9,60	5,5	0,076	
11	7,85 ^{ab}	1,9	8,60	4,6	0,127	
12	7,50 ^b	1,9	7,25	4,3	0,993	
p (intragrupo)	0,025*		0,181			

* Diferenças significativas para um $p < 0,05$.

Letras diferentes indicam diferenças significativas.

IEQ – Intervalo entre Quartis

Tabela 9 - Mediana e IEQ da **amplitude de oscilação da perna** (graus) entre as perturbações em cada grupo

Perturbações	Normal		DCD		P (intergrupo)	
	Mediana	IEQ	Mediana	IEQ	t	U
1	7,00 ^{ab}	3,7	5,90 ^{ab}	5,2		0,751
2	6,90 ^a	3,2	6,45 ^a	3,6	0,771	
3	5,80 ^{ab}	2,1	5,75 ^{ab}	2,8	0,207	
4	5,30 ^{ab}	2,0	5,40 ^{ab}	2,0		0,871
5	5,10 ^{ab}	3,0	4,50 ^{ab}	3,1		0,957
6	5,50 ^{ab}	3,7	4,45 ^b	3,0		0,528
7	6,20 ^{ab}	3,6	5,30 ^{ab}	3,5	0,636	
8	5,40 ^{ab}	3,3	5,00 ^{ab}	3,2	0,565	
9	5,10 ^{ab}	3,9	6,25 ^{ab}	3,7	0,763	
10	5,60 ^{ab}	2,3	5,95 ^{ab}	3,7		0,564
11	5,30 ^b	2,4	4,80 ^b	3,0	0,987	
12	5,40 ^b	3,6	3,70 ^b	1,5		0,223
p (intragrupo)	0,006*		0,014*			

* Diferenças significativas para um $p < 0,05$.

Letras diferentes indicam diferenças significativas.

IEQ – Intervalo entre Quartis

Tabela 10 – Mediana e IEQ da **posição inicial do tronco** (graus) entre as perturbações em cada grupo

Perturbações	Normal		DCD		P (intergrupo)	
	Mediana	IEQ	Mediana	IEQ	T	U
1	91,20	4,8	90,8	2,6	0,855	
2	90,00	4,3	90,40	3,3	0,752	
3	89,40	5,7	89,20	5,3	0,756	
4	90,10	4,9	90,30	3,7	0,682	
5	89,15	5,0	90,20	4,5	0,607	
6	90,80	4,7	91,00	5,5	0,460	
7	88,60	6,1	89,75	4,1	0,132	
8	89,95	3,7	91,45	6,0	0,306	
9	89,80	4,0	91,25	4,3	0,613	
10	89,85	4,6	90,85	5,6	0,295	
11	91,30	4,8	91,00	2,3	0,401	
12	89,85	5,9	88,85	4,7	0,450	
p (intragrupo)	0,106		0,845			

* Diferenças significativas para um $p < 0,05$.

Letras diferentes indicam diferenças significativas.

IEQ – Intervalo entre Quartis

Tabela 11 – Mediana e IEQ da **posição inicial da coxa** (graus) entre as perturbações em cada grupo

Perturbações	Normal		DCD		P (intergrupo)	
	Mediana	IEQ	Mediana	IEQ	T	U
1	87,40 ^a	5,0	88,30 ^a	5,3	0,813	
2	85,90 ^{ab}	5,5	87,50 ^{ab}	3,8	0,766	
3	85,60 ^b	5,6	86,35 ^b	3,9	0,718	
4	85,10 ^b	5,7	86,45 ^b	5,5	0,907	
5	85,20 ^b	4,7	86,60 ^b	4,3	0,878	
6	86,00 ^{ab}	4,7	86,00 ^b	5,7	0,886	
7	85,15 ^{ab}	5,8	85,95 ^{ab}	5,0	0,771	
8	85,80 ^b	5,4	86,30 ^{ab}	5,5	0,534	
9	85,20 ^{ab}	4,8	86,20 ^{ab}	6,0	0,996	
10	84,50 ^b	5,5	85,75 ^b	4,7	0,923	
11	84,80 ^{ab}	6,2	86,35 ^{ab}	5,6	0,759	
12	85,45 ^{ab}	5,9	85,90 ^b	2,4		0,851
P (intragrupo)	0,002*		0,019*			

* Diferenças significativas para um $p < 0,05$.

Letras diferentes indicam diferenças significativas.

IEQ – Intervalo entre Quartis

Tabela 12 – Mediana e IEQ da **posição inicial da perna** (graus) entre as perturbações em cada grupo

Perturbações	Normal		DCD		P (intergrupo)	
	Mediana	Média do Ranking	Mediana	Média do Ranking	t	U
1	85,20 ^a	4,4	85,75	6,4	0,753	
2	83,20 ^b	3,0	84,00	5,3	0,915	
3	83,10 ^b	4,0	85,10	6,8	0,721	
4	82,90 ^{ab}	3,0	84,75	4,8	0,469	
5	84,20 ^{ab}	3,4	85,05	6,3	0,863	
6	84,20 ^{ab}	4,5	85,30	4,9	0,797	
7	83,90 ^{ab}	3,3	85,80	5,7		0,957
8	83,80 ^{ab}	3,3	84,30	5,6	0,758	
9	83,50 ^{ab}	5,8	83,60	5,7	0,365	
10	84,10 ^{ab}	3,3	86,15	7,5		0,759
11	84,10 ^{ab}	3,5	85,15	7,2		0,971
12	84,40 ^{ab}	4,8	81,80	8,7	0,426	
P (intragrupo)	0,012*		0,546			

* Diferenças significativas para um $p < 0,05$.

Letras diferentes indicam diferenças significativas.

IEQ – Intervalo entre Quartis

Teste não-paramétrico de Cochran's Q (intragrupo) e teste de exato de Fisher (intergrupo)**Tabela 13** – Percentual (%) de contrações distais-proximais (D-P) e próximo-distais (P-D) entre as perturbações em cada grupo

Perturbações	GC		DCD		p (F de Fisher)
	D-P	P-D	D-P	P-D	
1	88	12	94	6	0,523
2	94	6	88	13	0,477
3	94	6	100	0	0,515
4	82	18	94	6	0,324
5	82	18	94	6	0,324
6	88	12	94	6	0,523
7	94	6	100	0	0,515
8	100	0	94	6	0,485
9	94	6	88	13	0,477
10	100	0	94	6	0,485
11	100	0	94	6	0,485
12	88	12	100	0	0,313
p (Cochran's Q)	0,224		0,704		