



**PROGRAMA**  
DE CIÊNCIAS  
DA REABILITAÇÃO

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Reabilitação

Mestrado Acadêmico em Ciências da Reabilitação

ANA FERNANDA GALVÃO

**ESTRATÉGIAS DE BALANÇO E MOVIMENTO CORPORAL PARA O  
CONTROLE DA ESTABILIDADE POSTURAL EM PESSOAS COM  
ATAXIA ESPINOCEREBELAR TIPO 3**

RIO DE JANEIRO

2021

Autorizo a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio, convencional ou eletrônico, para fins de estudo e de pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA  
Elaborada pelo Sistema de bibliotecas e  
Informação – SBI – UNISUAM

617.03 Galvão, Ana Fernanda  
G182e Estratégias de balanço e movimento corporal para o controle da  
estabilidade postural em pessoas com ataxia espinocerebelar tipo 3  
/ Ana Fernanda Galvão. – Rio de Janeiro, 2021.  
84p.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação). Centro  
Universitário Augusto Motta, 2021.

1. Reabilitação. 2. Posturografia. 3. Ataxias Espinocerebelares  
I. Título.

CDD 22.ed.

ANA FERNANDA GALVÃO

**ESTRATÉGIAS DE BALANÇO E MOVIMENTO CORPORAL PARA O  
CONTROLE DA ESTABILIDADE POSTURAL EM PESSOAS COM  
ATAXIA ESPINOCEREBELAR TIPO 3**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, do Centro Universitário Augusto Motta, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

**Linha de Pesquisa:** Avaliação Funcional em Reabilitação

**Orientador:** Arthur de Sá Ferreira

RIO DE JANEIRO

2021

ANA FERNANDA GALVÃO

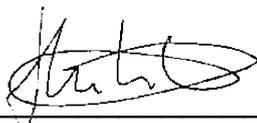
**ESTRATÉGIAS DE BALANÇO E MOVIMENTO CORPORAL PARA O  
CONTROLE DA ESTABILIDADE POSTURAL EM PESSOAS COM  
ATAXIA ESPINOCEREBELAR TIPO 3**

Examinada em: 18 / 08 / 2021



---

Arthur de Sá Ferreira  
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM



---

Thiago Lemos de Carvalho  
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM



---

Fabio Vieira dos Anjos  
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM



---

Laura Alice Santos de Oliveira  
Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ

RIO DE JANEIRO

2021

Às minhas filhas

## **Agradecimentos**

“Gratidão é a memória do coração”

Ao meu orientador, Arthur, um grande professor! Capaz de orientar com leveza e firmeza.

Às minhas meninas, meu maior amor, meu tudo! Aqui agradeço a capacidade de suportar minha ausência, a paciência de esperar, o carinho constante, o sorriso que não me deixou desistir.

A minha mãe, presença forte e perseverante. Minha inspiração e minha maior admiradora.

Pai, sei que se orgulharia de mim.

Aos meus pacientes; por eles eu busco ser cada dia melhor!

À Tríade – Instituto Educacional por intermediar a realização deste sonho!

À Professora Laura Alice que me impulsionou a iniciar este projeto!

A Deus que de tudo cuida!

“Os sonhos não envelhecem”

## Resumo

**Introdução:** A instabilidade postural com oscilação corporal excessiva é uma manifestação incapacitante na ataxia espinocerebelar (SCA). No entanto, se a maior oscilação corporal reflete estratégias distintas de movimento para controle postural nesta população, permanece incerto. **Objetivos:** Descrever o controle da estabilidade postural de pessoas com SCA3 usando análises de oscilação corporal e estratégia de movimento derivadas da posturografia, e comparar esses achados com indivíduos saudáveis. **Participantes:** Vinte e três participantes com SCA3 (7 homens, 16 mulheres, idade  $47 \pm 11$  anos) e 102 participantes saudáveis (34 homens, 68 mulheres; idade  $44 \pm 22$  anos). **Métodos:** A posturografia foi realizada em pé estático com tarefas de olhos abertos/fechados. A estabilidade postural foi avaliada por meio da área elíptica (*Área*) e da velocidade média (*Vavg*). Os padrões espaciais (único, duplo ou multicêntrico) foram derivados do número de regiões de alta densidade (*nHDR*) no estatocinesigrama tridimensional. **Resultados:** A análise de variância de dois fatores de medidas repetidas mostrou um efeito de interação de visão por grupo para *Área* ( $F_{1,122} = 28,831$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,037$ ) e *Vavg* ( $F_{1,123} = 59,367$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,073$ ); a área e a velocidade de oscilação foram maiores no grupo SCA3 e aumentaram na condição de olhos fechados, com maior aumento no grupo SCA3. Um efeito principal para o grupo ( $F_{1,123} = 11,702$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,061$ ), mas não a visão ( $F_{1,123} = 2,257$ ,  $p = 0,136$ ,  $\eta^2 = 0,005$ ) foi encontrado para *nHDR*. Os padrões espaciais foram diferentes entre os grupos em ensaios com os olhos fechados ( $\chi^2_{2,125} = 7,46$ ,  $p = 0,023$ ), mas não abertos ( $\chi^2_{2,125} = 2,026$ ,  $p = 0,363$ ), com uma mudança geral de centralizado para centrado duplo ou multicêntrico padrões espaciais nesta condição de teste. **Conclusões:** Em comparação com indivíduos saudáveis, um maior deslocamento corporal e velocidade em pessoas com SCA3, principalmente sob restrições visuais, não estão relacionados com a predominância de qualquer estratégia de movimento tornozelo-quadril.

**Palavras-chave:** ataxias espinocerebelares; posturografia; controle postural.

## Abstract

**Background:** Postural instability with an excessive body sway is a disabling manifestation in spinocerebellar ataxia (SCA). However, whether the larger body sway reflects distinct movement strategies for postural control in this population remains uncertain. **Aims:** To describe the control of postural stability of people with SCA3 using body sway and movement strategy analyses derived from posturography, and to compare these findings with healthy subjects. **Participants:** Twenty-three participants with SCA3 (7 men, 16 women, age  $47 \pm 11$  years) and 102 healthy participants (34 men, 68 women; age  $44 \pm 22$  years). **Methods:** Posturography was performed under static standing with eyes open/closed tasks. Postural stability was assessed using elliptical area (*Area*) and average velocity (*Vavg*). Spatial patterns (single-, double-, or multi-centered) were derived from the number of high-density regions (*nHDR*) in the three-dimensional statokinesigram. **Results:** Repeated measures two-way analysis-of-variance showed a vision-by-group interaction effect for *Area* ( $F_{1,122}=28.831$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.037$ ) and *Vavg* ( $F_{1,123}=59.367$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.073$ ); sway area and velocity were higher in the SCA3 group and increased under eyes-closed condition, with a higher increase in the SCA3 group. A main effect for group ( $F_{1,123}=11.702$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.061$ ) but not vision ( $F_{1,123}=2.257$ ,  $p=0.136$ ,  $\eta^2=0.005$ ) was found for *nHDR*. Spatial patterns were different between groups under trials with eyes closed ( $\chi^2_{2,125}=7.46$ ,  $p=0.023$ ) but not open ( $\chi^2_{2,125}=2.026$ ,  $p=0.363$ ), with an overall shift from single-centered to double- or multi-centered spatial patterns in this test condition. **Conclusions:** Compared to healthy subjects, a larger body displacement and velocity in people with SCA3, mainly under visual constraints, are not related to the predominance of either ankle-hip movement strategies.

**Keywords:** spinocerebellar ataxias; posturography; postural control.

## Sumário

|                                                                       |             |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>AGRADECIMENTOS</b>                                                 | <b>VI</b>   |
| <hr/>                                                                 |             |
| <b>RESUMO</b>                                                         | <b>VIII</b> |
| <hr/>                                                                 |             |
| <b>ABSTRACT</b>                                                       | <b>IX</b>   |
| <hr/>                                                                 |             |
| <b>CAPÍTULO 1 REVISÃO DE LITERATURA</b>                               | <b>1</b>    |
| <hr/>                                                                 |             |
| 1.1 CONTROLE DA ESTABILIDADE POSTURAL                                 | 1           |
| 1.1.1 POSTUROGRAFIA PARA ANÁLISE DO CONTROLE DA ESTABILIDADE POSTURAL | 3           |
| 1.1.2 VARIÁVEIS POSTUROGRÁFICAS                                       | 4           |
| 1.2 ATAXIA ESPINOCEREBELAR                                            | 6           |
| 1.2.1 CONTROLE POSTURAL NA ATAXIA ESPINOCEREBELAR                     | 8           |
| 1.3 JUSTIFICATIVAS                                                    | 14          |
| 1.3.1 RELEVÂNCIA PARA AS CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO                     | 14          |
| 1.3.2 RELEVÂNCIA PARA A AGENDA DE PRIORIDADES DO MINISTÉRIO DA SAÚDE  | 14          |
| 1.3.3 RELEVÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL                   | 15          |
| 1.4 OBJETIVOS                                                         | 15          |
| 1.4.1 GERAL                                                           | 15          |
| 1.4.2 ESPECÍFICOS                                                     | 15          |
| 1.5 HIPÓTESES                                                         | 16          |
| <br>                                                                  |             |
| <b>CAPÍTULO 2 PARTICIPANTES E MÉTODOS</b>                             | <b>17</b>   |
| <hr/>                                                                 |             |
| 2.1 ASPECTOS ÉTICOS                                                   | 17          |
| 2.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO                                            | 17          |
| 2.3 AMOSTRA                                                           | 17          |
| 2.3.1 LOCAL DE RECRUTAMENTO DO ESTUDO                                 | 17          |
| 2.3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO                                           | 18          |
| 2.3.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO                                           | 18          |
| 2.4 PROCEDIMENTOS                                                     | 18          |
| 2.4.1 AVALIAÇÃO CLÍNICA                                               | 18          |
| 2.4.2 <i>SCALE FOR THE ASSESSMENT AND RATING OF ATAXIA (SARA)</i>     | 19          |
| 2.4.3 <i>INVENTORY FOR NON-ATAXIA SIGNS (INAS)</i>                    | 19          |
| 2.4.4 <i>BERG BALANCE SCALE (BBS)</i>                                 | 20          |
| 2.4.5 <i>4-STAGE BALANCE TEST (FSBT)</i>                              | 20          |
| 2.4.6 <i>MODIFIED DYNAMIC GAIT INDEX (MDGI)</i>                       | 20          |
| 2.5 DESFECHOS PRIMÁRIO: POSTUROGRAFIA                                 | 21          |
| 2.5.1 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS                                    | 21          |
| 2.5.2 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DO SINAL POSTUROGRÁFICO                 | 21          |
| 2.6 ANÁLISE DOS DADOS                                                 | 22          |

|                                                                                |                                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.6.1                                                                          | TAMANHO AMOSTRAL (CÁLCULO)                                                                                       | 22        |
| 2.6.2                                                                          | PLANO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA                                                                                     | 22        |
| 2.6.3                                                                          | DISPONIBILIDADE E ACESSO AOS DADOS                                                                               | 23        |
| 2.7                                                                            | RESULTADOS ESPERADOS                                                                                             | 23        |
| 2.8                                                                            | ORÇAMENTO E APOIO FINANCEIRO                                                                                     | 23        |
| <b><u>CAPÍTULO 3 PRODUÇÃO INTELECTUAL</u></b>                                  |                                                                                                                  | <b>25</b> |
| 3.1                                                                            | MANUSCRITO #1                                                                                                    | 25        |
| 3.1.1                                                                          | METADADOS DO MANUSCRITO #1                                                                                       | 25        |
| 3.1.2                                                                          | CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES DO MANUSCRITO #1 DE ACORDO COM A PROPOSTA<br><i>CONTRIBUTOR ROLES TAXONOMY (CREDIT)</i> | 25        |
| <b><u>CAPÍTULO 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</u></b>                                  |                                                                                                                  | <b>54</b> |
| 4.1                                                                            | SÍNTESE                                                                                                          | 54        |
| 4.2                                                                            | PERSPECTIVAS PARA PESQUISA                                                                                       | 54        |
| <b><u>REFERÊNCIAS</u></b>                                                      |                                                                                                                  | <b>55</b> |
| <b><u>ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA</u></b> |                                                                                                                  | <b>59</b> |
| <b><u>ANEXO 2 – SCALE FOR THE ASSESSMENT AND RATING OF ATAXIA (SARA)</u></b>   |                                                                                                                  | <b>62</b> |
| <b><u>ANEXO 3 – INVENTORY FOR NON-ATAXIA SIGNS (INAS)</u></b>                  |                                                                                                                  | <b>64</b> |
| <b><u>ANEXO 4 – BERG BALANCE SCALE (EEB)</u></b>                               |                                                                                                                  | <b>67</b> |
| <b><u>ANEXO 5 – 4-STAGE BALANCE TEST (FSBT)</u></b>                            |                                                                                                                  | <b>70</b> |
| <b><u>ANEXO 6 – MODIFIED DYNAMIC GAIT INDEX (MDGI)</u></b>                     |                                                                                                                  | <b>71</b> |
| <b><u>ANEXO 7 – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO MANUSCRITO</u></b>                 |                                                                                                                  | <b>73</b> |

# Capítulo 1 Revisão de Literatura

---

## 1.1 Controle da estabilidade postural

A postura se refere à relação entre as partes do corpo e pode ser descrita com referência aos planos coronal, sagital e transversal (CZAPROWSKI et al., 2018). A manutenção da postura é essencial para a execução das atividades de vida diária, vida prática e atividade física (DUARTE; FREITAS, 2010; PORTO; LEMOS; FERREIRA, 2019). Ao realizar atividades de vida diária (AVD), os indivíduos adotam configurações corporais, orientações e movimentos que permitem manter a postura, enquanto outras tarefas — como caminhar, falar e manipular objetos — são realizadas (HADDAD et al., 2013). Desta forma, fica evidente a importância de compreender como ocorre o controle da estabilidade postural, visto que é uma das maiores questões para a análise do movimento humano com impacto significativo no desenvolvimento de estratégias de prevenção de quedas em idosos e em outras populações com o controle postural deficitário e para propor intervenções na reabilitação física (PORTO; LEMOS; FERREIRA, 2019).

Controlar a estabilidade postural é um processo complexo que envolve componentes sensoriais e motores, e o controle da posição do corpo no espaço com o propósito de orientação e estabilidade. Tal controle se desenvolve na interação do indivíduo com a tarefa e o ambiente, por meio da integração dos sistemas musculoesquelético e nervoso (PALMIERI et al., 2002). Para a maioria das tarefas funcionais, uma orientação vertical do corpo é mantida e múltiplas referências sensoriais são usadas como a gravidade, o sistema somatossensorial e o sistema visual (MUJDECI et al., 2016). Em tarefas posturais estáticas, a base de suporte (BOS) não se modifica. Entretanto, esse termo “estático” é errôneo, uma vez que o controle postural, mesmo no ortostatismo, é dinâmico. O ortostatismo é caracterizado por pequenos balanços posturais espontâneos (DUARTE; FREITAS, 2010). A manutenção do controle postural em indivíduos saudáveis é realizada sem a necessidade de controle atencional, mas quando ocorre a adição de tarefa cognitiva ocorre um aumento no deslocamento corporal e este controle passa a ser necessário (MUJDECI et al., 2016).

A estabilidade postural ou equilíbrio se define como a habilidade de manter o centro de massa (COM, do inglês *center of mass*) dentro dos limites de estabilidade definidos pela base de suporte (BOS, do inglês *base of support*) (BALOH et al., 1998). O COM é definido como o ponto de aplicação da força gravitacional resultante sobre o corpo; o ponto que está no centro da massa corpórea total determinada no encontro do peso médio do COM de cada seguimento corporal. A projeção vertical do COM compreende o centro de gravidade (COG, do inglês *center of gravity*). Por sua vez, o centro de pressão (COP, do inglês *center of pressure*) é o centro de distribuição da força total aplicada à BOS. O COP pode ser interpretado como o resultado da atividade muscular a partir da entrada da informação sensória recebida pelo sistema nervoso central (PORTO; LEMOS; FERREIRA, 2019). O COP se move continuamente para manter o COM dentro da BOS. Para que haja equilíbrio mecânico no corpo, a somatória das forças que atuam sobre o COM deve ser nula. A diferença entre a localização do COP e do COM é proporcional à aceleração horizontal do COM (PORTO; LEMOS; FERREIRA, 2019). O COM é definido como o ponto de aplicação da força gravitacional resultante sobre o corpo; o ponto que está no centro da massa corpórea total determinada no encontro do peso médio do COM de cada seguimento corporal. A projeção vertical do COM compreende o centro de gravidade (COG, do inglês *center of gravity*). Por sua vez, o centro de pressão (COP, do inglês *center of pressure*) é o centro de distribuição da força total aplicada à BOS. Para que haja equilíbrio mecânico no corpo, a somatória das forças que atuam sobre o COM deve ser nula. A diferença entre a localização do COP e do COM é proporcional à aceleração horizontal do COM (PORTO; LEMOS; FERREIRA, 2019).

O controle da estabilidade postural é um fenômeno natural e sua manutenção é atribuída ao sistema de controle postural (DUARTE; FREITAS, 2010). Os sistemas de controle postural têm as funções de manter a postura em um ambiente gravitacional; manter o equilíbrio e prover orientação e percepção dos segmentos corporais em relação ao mundo externo. Assim, sua principal função é a coordenação entre postura, estabilidade e movimento. Para tanto, a orientação corporal, a posição do centro de massa, a estabilização do corpo e a regulação sensorial são pré-requisitos. O controle da estabilidade postural depende da interação entre as forças da gravidade, propriedades mecânicas do corpo e o controle do sistema nervoso central. (MASSION, 2017). O controle da estabilidade

postural tem como objetivo manter o equilíbrio corporal em condições estáticas ou dinâmicas (DINIZ et al., 2011). Este sistema é ativado devido às inúmeras possibilidades de movimento (WINTER; PATLA; FRANK, 1990).

### **1.1.1 Posturografia para análise do controle da estabilidade postural**

À medida mais comum para caracterizar a estabilidade postural é o COP. Este é comumente estimado pela plataforma de força em uma técnica denominada posturografia (DUARTE; FREITAS, 2010). A posturografia é utilizada para avaliação do controle da estabilidade postural, principalmente o deslocamento do corpo durante a postura ereta quieta. Pode ser realizada qualitativamente, pela inspeção visual, ou quantitativamente com auxílio de instrumentos tais como uma plataforma de força. Os componentes do COP nas direções anteroposterior (AP) e mediolateral (ML) são registrados na posturografia por plataforma de força (DUARTE; FREITAS, 2010). A estabilidade postural é medida utilizando o COP (ALBERTSEN et al., 2017; MARTINS et al., 2020). A posturografia por plataforma de força é um método bem aceito para quantificação da estabilidade postural e para avaliar prejuízos no equilíbrio devido a diversas condições fisiológicas ou patológicas (ALBERTSEN et al., 2017).

Um artigo de revisão (VISSER et al., 2008) discute a utilidade clínica da posturografia como uma medida objetiva e quantitativa do equilíbrio e da instabilidade postural com foco no diagnóstico diferencial entre pacientes que apresentam quedas e pacientes com comprometimento na estabilidade postural e na documentação das intervenções e compreensão fisiopatológica das quedas e instabilidade postural. Descreve a posturografia como uma ferramenta útil para entender os mecanismos da instabilidade e queda permitindo uma análise detalhada e objetiva das respostas posturais através da análise de uma variedade de medidas quantitativas do controle postural, cinética e cinemática. A posturografia apresenta usos clínicos para estabelecer diagnóstico correto para diversas doenças, tendo então, valor diagnóstico (SCHWABOVA et al., 2012). Uma revisão narrativa posterior (DUARTE; FREITAS, 2010) sugere a importância da padronização da posturografia

para este fim com o objetivo de possibilitar melhor compreensão e diagnóstico sobre COP.

### 1.1.2 Variáveis posturográficas

A partir dos sinais de COP tem-se calculado variáveis na tentativa de interpretar o controle postural. A análise do sinal posturográfico compreende a computação de variáveis lineares e não lineares nos domínios do tempo, frequência e/ou espaço, propostos ao longo das décadas de estudo da posturografia por plataforma de força. Uma vez que as variáveis são obtidas por cálculos matemáticos e/ou algoritmos aplicados aos sinais posturográficos, surge a necessidade da correta interpretação de cada variável considerando-se a imprevisibilidade do componente estocástico do sinal do COP e a previsibilidade do seu componente determinístico (DUARTE; FREITAS, 2010; KAPTEYN et al., 1983a; RAYMAKERS; SAMSON; VERHAAR, 2005a; RUHE; FEJER; WALKER, 2010). Alguns estudos sugerem em geral uma relação inversamente proporcional entre as variáveis quantitativas e a estabilidade postural (RAYMAKERS; SAMSON; VERHAAR, 2005b). Nota-se que esta interpretação se sustenta principalmente sobre o conceito de executar uma tarefa postural mantendo o mínimo balanço corporal – *steadiness* (NICHOLS, 1997). Estudos do nosso grupo têm proposto novas análises para o sinal posturográfico através da análise das variáveis do estatocinesiograma 3D e da otimização eficiente, a primeira as avalia como descrito a seguir.

Baracat et al. propuseram um método de avaliação das estratégias posturais por meio da análise do número de regiões de alta densidade (*nHDR*) do estatocinesiograma tridimensional (3D-SKG) (Figura 1). O método é baseado nas evidências de que, para reagir às perturbações, o sistema nervoso central (SNC) utiliza de forma isolada ou simultânea estratégias de movimento — estratégia de tornozelo e quadril — e que tais estratégias produzem padrões de deslocamento do COP no espaço (GATEV et al., 1999; HORAK, 1987). Primeiro, uma matriz representando a área de deslocamento do CP durante a tarefa é “discretizada” em áreas de 1x1 mm, de tal forma que a frequência absoluta de amostras CP dentro de cada caixa representa o número de amostras dentro de um histograma bivariado. Em seguida, o ruído de quantização é minimizado usando um filtro espacial mediano

de 3x3 mm seguido de interpolação espacial bicúbica. Terceiro, o histograma é escalonado em relação à duração da tarefa e é pesquisado por regiões não conectadas do histograma 2D, onde a distribuição de frequência gera picos, ou seja, regiões de alta densidade. Finalmente, as regiões de alta densidade que identificam as estratégias de controle postural são usadas para rotular os padrões espaciais do COP como simples, duplos ou multicêntricos dependendo do número de regiões de alta densidade ( $nHDR$ ; 1, 2 ou 3 ou mais, respectivamente). Padrões unicêntricos foram observados na ausência de desafio visual ou biomecânico; padrões duplos foram frequentes em desafios visuais ou biomecânicos e, padrões multicêntricos em desafios visuais e biomecânicos, sendo sugestivos de diferentes estratégias de movimento de tornozelo e quadril (BARACAT; DE SÁ FERREIRA, 2013).

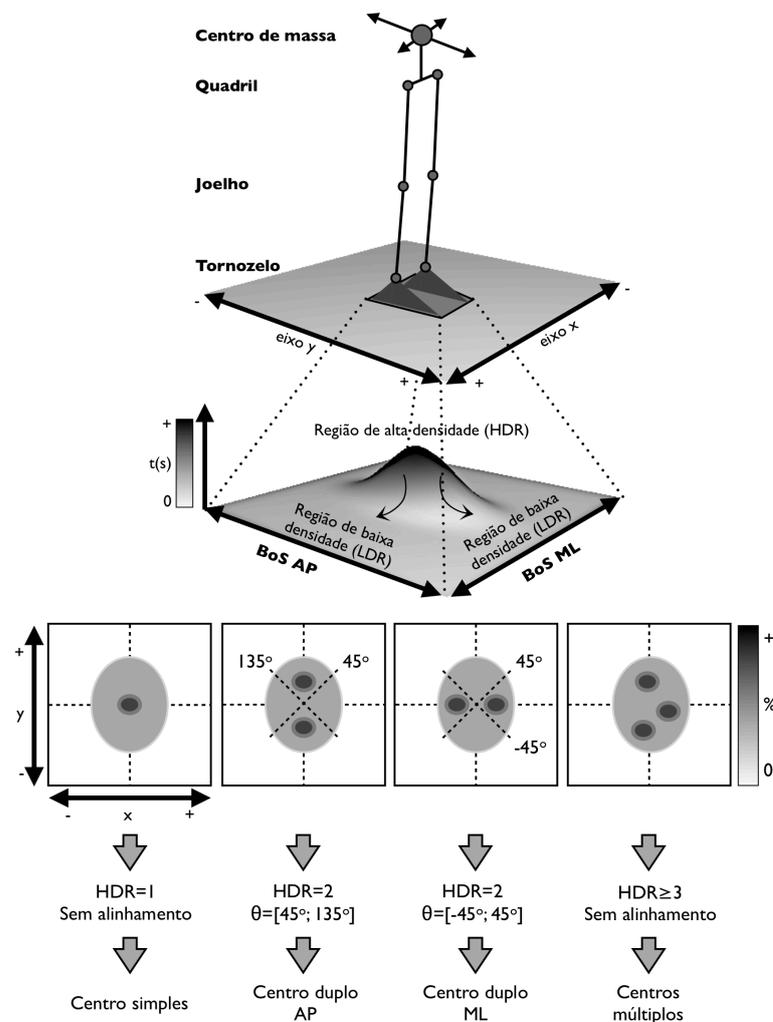


Figura 1: Estatocinesiógrafo tridimensional (3D-SKG) com a classificação dos padrões espaciais. Adaptado de (BARACAT; DE SÁ FERREIRA, 2013).

A confiabilidade teste-reteste do 3D-SKG varia de razoável a excelente para identificação de *nHDR* com ou sem entrada visual foi excelente (ICC = 0,844 e 0,792, respectivamente) ou razoável a bom (ICC = 0,575 e 0,488, respectivamente). A confiabilidade dos parâmetros do estabilograma e estatocinesigrama variou de excelente a ruim para qualquer tarefa postural com (ICC: 0,961 - 0,491; ICC: 0,859 - 0,194) ou sem entrada visual (ICC: 0,990 - 0,444; ICC: 0,960 - 0,166) (DE SÁ FERREIRA; JUNQUEIRA FERRAZ BARACAT, 2014).

## 1.2 Ataxia espinocerebelar

A ataxia cerebelar refere-se a um grupo específico de doenças degenerativas do sistema nervoso com etiologia não genética (adquirida) ou genética do tipo autossômico dominante ou recessivo, nas quais a principal manifestação clínica é a incoordenação motora (KLOCKGETHER; MARIOTTI; PAULSON, 2019). O termo abrange um grupo de desordens neurológicas raras e complexas (SILVA et al., 2019).

Especificamente, a ataxia espinocerebelar (SCA, do inglês *spinocerebelar ataxia*) engloba um grupo heterogêneo de distúrbios com características autossômicas dominantes (FOGEL; PERLMAN, 2007; SHAKKOTTAI; FOGEL, 2013). Os principais mecanismos fisiopatológicos das SCA incluem substâncias tóxicas, disfunção do ácido ribonucleico (RNA, do inglês *ribonucleic acid*), disfunção mitocondrial, canalopatias, autofagia e desregulação da transcrição dos genes. Estudos recentes também mostraram a importância das vias de reparo do ácido desoxirribonucleico (DNA, do inglês *deoxyribonucleic acid*) e expansões de citosina, adenina e guanina (CAG) (SULLIVAN et al., 2019). Na maior parte dos casos, a SCA é causada por mutações caracterizadas pela presença de um trinucleotídeo CAG repetido, expansivo e instável, na região codificada do gene avaliado (ZEIGELBOIM et al., 2013a).

As sequelas da SCA advêm dos danos ou disfunções do cerebelo ou de suas vias de entrada ou saída (MARSDEN; HARRIS, 2011). Lesões em diferentes áreas do cerebelo podem levar a diferentes padrões de degeneração (BUNN et al., 2013). Diversos subtipos da doença foram identificados e são atualmente identificados através da numeração após a sigla SCA, na ordem de descoberta do gene

defeituoso correspondente. Foram descritos mais de 40 tipos de SCA (TEIVE; ASHIZAWA, 2015). Além da degeneração do cerebelo, pode ocorrer o comprometimento da medula espinhal; portanto, o termo espinocerebelar se refere a este comprometimento que não é comum em todos os tipos de ataxia. Entretanto, já se sabe que outras regiões do sistema nervoso também podem ser afetadas, tais como os nervos periféricos, núcleos da base e núcleos pontinhos no tronco encefálico (KLOCKGETHER; MARIOTTI; PAULSON, 2019). Disfunções cerebelares podem resultar em deficiências graves que afetam a movimentação dos membros superiores e inferiores, controle visuomotor, equilíbrio e marcha, prejudicando a funcionalidade (BAKKER et al., 2006).

Em geral, os sinais e sintomas da SCA têm início insidioso e um curso clínico progressivo e crônico (ASHIZAWA; XIA, 2016). A SCA pode se caracterizar por uma perda progressiva da estabilidade postural e da coordenação motora e pelo surgimento de manifestações clínicas tais como dismetria, tremores distais, disdiadococinesia, disfunções oculomotoras e disartria. Limitações da mobilidade e declínio da qualidade de vida também estão associadas com a SCA (MARSDEN; HARRIS, 2011). Em tipos específicos de SCA, os indivíduos podem apresentar sintomas piramidais (espasticidade, hiperreflexia); extrapiramidais (tremor, rigidez); oftalmoplegia; distúrbios sensitivos, da audição e da visão; disfunções da bexiga e intestinos; complicações cardíacas e osteomusculares; e comprometimento cognitivo (SILVA et al., 2019; SULLIVAN et al., 2019). A maior causa de deficiência em pacientes com SCA são as desordens do equilíbrio e marcha (MARQUER; BARBIERI; PÉRENNOU, 2014).

Considera-se que as taxas de incidência para ataxias progressivas coletivamente não são conhecidas, embora algumas condições específicas tenham sido bem caracterizadas. A prevalência da SCA é relatada como de 5-7 a cada 100.000 habitantes, com incidência variando de acordo com o tipo de manifestação genética e conforme as diferentes regiões geográficas (VELÁZQUEZ-PÉREZ et al., 2014). A frequência de diferentes subtipos de SCA mostra uma variabilidade geográfica e étnica. No mundo, o tipo mais comum é a SCA3 seguida da SCA2. No Brasil, mais especificamente na região Sul, tem-se avaliado um grande número de famílias portadoras de SCA 3 (ZEIGELBOIM et al., 2013a).

O diagnóstico de SCA é feito por um neurologista e deve associar o exame físico a testes de sequenciamento genético (KLOCKGETHER; MARIOTTI;

PAULSON, 2019). Outros exames utilizados variam de simples exames de sangue a estudos de condução nervosa, punção lombar e neuroimagem. Instrumentos de avaliação para identificar o grau de comprometimento e severidade dos sintomas também são utilizados (SILVA et al., 2019). Escalas de avaliação são usadas para os vários componentes da ataxia, por exemplo, mensurar a gravidade dos sintomas da SCA (CENCI et al., 2013).

Não há tratamento farmacológico que traga alívio dos sintomas, apenas para SCA de origem comprovadamente metabólica, sendo o tratamento fisioterapêutico uma das poucas opções terapêuticas para estes indivíduos (FONTEYN et al., 2014).

### **1.2.1 Controle postural na ataxia espinocerebelar**

Danos no cerebelo podem afetar estruturas envolvidas na locomoção causando desordens no equilíbrio e marcha atáxica. O equilíbrio dos portadores de lesão cerebelar é caracterizado por aumento do passo, movimentos de oscilação de tronco anormais e incoordenação da marcha e, todos estes sintomas são relacionados à quedas (APRIGLIANO et al., 2019). Sendo assim, é comum e esperado que indivíduos com SCA apresentem redução do equilíbrio e da mobilidade, com quedas frequentes e perda ou diminuição da independência (FONTEYN et al., 2014). Isto pode favorecer a inatividade e, conseqüentemente afetar a aptidão cardiorrespiratória e aumentar o risco de quedas (OLIVEIRA et al., 2018).

A instabilidade postural e as quedas são características comuns no envelhecimento e também em distúrbios neurológicos, sendo responsáveis pela redução da mobilidade, perda da independência e frequentemente quedas. O prejuízo no controle da estabilidade postural é a principal característica das doenças cerebelares (BUNN et al., 2013). O exame clínico do controle postural fornece apenas uma estimativa relativamente grosseira e subjetiva de possíveis anormalidades na regulação do equilíbrio (FONTEYN et al., 2014; VISSER et al., 2008). Uma vez que duas das principais funções cerebelares são a regulação da postura e da estabilidade postural, é esperado que indivíduos com ataxia apresentem déficit do equilíbrio e da mobilidade, com quedas frequentes e perda ou diminuição da independência (FONTEYN et al., 2014).

A posturografia é um método utilizado para o diagnóstico diferencial das ataxias hereditárias e para identificar achados neurofisiológicos nas ataxias cerebelares; elimina a subjetividade do examinador e do examinado (SCHWABOVA et al., 2012). É utilizada para medir a estabilidade postural e quantificar a postura na ataxia (SCHWABOVA et al., 2014). A utilização deste método está descrita na Tabela 1.

Schwabova et al. (2012) em um estudo transversal avaliaram 17 pessoas com SCA2, 17 com ataxia de Friedrich e 17 controles para verificar a validade da posturografia para o diagnóstico diferencial entre os tipos de ataxia hereditárias. Os parâmetros posturográficos utilizados foram o COP AP (anteroposterior) e ML (mediolateral) e os desvios de velocidade do COP. Concluíram através dos parâmetros posturográficos adquiridos na posição de pé com e sem apoio visual que a posturografia é um método que pode ser utilizado para diagnóstico diferencial bem como para prover achados neurofisiológicos tanto na ataxia cerebelar quanto sensorial, visto encontrar diferenças entre os pacientes com Friedrich Ataxia e SCA2, com base na postura ereta sem controle visual e no desvio ML (SCHWABOVA et al., 2012).

Diener et al. 1984 compararam em um estudo transversal um grupo de indivíduos normais com 5 grupos de indivíduos com doença cerebelar com as formas mais comuns de localização da degeneração no cerebelo com o objetivo de quantificar e caracterizar o controle postural de pé. Foram mensurados o deslocamento do centro de pressão na direção AP e lateral com olhos abertos e fechados. A duração da amostragem foi de 40 segundos e a amplitude da frequência analisada variou de 0,01 a 10 Hz (0,025 Hz por passo). Verificaram que os padrões anormais de equilíbrio diferem de acordo com a localização da lesão no cerebelo. Na ataxia de Friedrich o espectro AP e lateral foi geralmente observado entre 0,2 a 0,7 Hz; pacientes com atrofia cerebelar apresentavam tremor de 3 Hz; pacientes com lesões nos hemisférios não apresentaram diferenças quando comparados aos indivíduos normais; pacientes com lesão cerebelar difusa apresentaram aumento dos parâmetros sem padrões específicos (DIENER et al., 1984).

**Tabela 1: Síntese dos estudos sobre controle da estabilidade postural por meio da posturografia em pessoas com ataxia espinocerebelar.**

| <b>Autores</b>         | <b>N</b>                                                      | <b>Principais achados</b>                                                                                                                                                 |
|------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diener et al., 1984    | Pacientes = 5<br>Controle                                     | Padrões anormais de equilíbrio diferem de acordo com a localização da lesão no cerebelo                                                                                   |
| Bakker et al., 2006    | SCA = 9<br>Controles = 12                                     | Instabilidade postural em pacientes com SCA seguido das perturbações da instabilidade que ocorrem lateralmente e para trás                                                |
| Bunn et al., 2013      | SCA6 = 17<br>Controle = 17                                    | Aumento na velocidade de deslocamento com a diminuição da largura da postura; instabilidade postural é fortemente relacionada à severidade dos sintomas da doença         |
| Schwabova et al., 2012 | SCA2 = 17<br>Friedrich = 17<br>Controles = 17                 | A posturografia é um método que pode ser utilizado para diagnóstico diferencial bem como para prover achados neurofisiológicos tanto na ataxia cerebelar quanto sensorial |
| Schwabova et al., 2014 | Friedrich = 13<br>Ataxia cerebelar autossômica dominante = 11 | Os resultados mostraram que os parâmetros posturográficos com os olhos abertos estavam relacionados ao prejuízo do controle postural detectado nas escalas                |
| Ferreira et al., 2016  | SCA3 = 5<br>Controle = 5                                      | Os pacientes SCA3 apresentaram estratégias de movimento quando comparados ao grupo controle com aumento do balanço do corpo quando com privação da visão.                 |

---

|                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nanetti et al.,<br>2017 | SCA1 = 9<br>Controles = 17  | No grupo controle a estabilidade não mudou em todas as condições avaliadas. Nos pacientes SCA1 houve progressivas anormalidades posturais.                                                                                                                                                                      |
| Liu et al.,<br>2020     | SCA3 = 62<br>Controles = 62 | Pacientes tiveram prejuízos em estabilidade estática através da medida do CoP e dinâmica medida através dos limites de estabilidade e o índice de equilíbrio geral. A gravidade da ataxia pode ser associada tanto pela estabilidade estática quanto dinâmica, mas não se relaciona com a progressão da doença. |

---

Bakker et al. 2006 avaliaram o efeito da lesão cerebelar degenerativa no controle postural em resposta a perturbações em múltiplas direções. Foram estudados 9 pacientes SCA e 12 controles pareados por idade, peso e massa corporal. Neste estudo transversal foi realizada uma avaliação posturográfica detalhada para avaliar o COM e se a instabilidade postural na SCA está relacionada ao aumento ou diminuição dos movimentos intersegmentais. O achado mais significativo foi a grande instabilidade dos pacientes com SCA seguido das perturbações da instabilidade que ocorrem lateralmente e para trás. A maior causa desta instabilidade foi a redução da mobilidade do tornozelo e flexão de joelhos em resposta as perturbações e aumento da mobilidade da pelve e tronco (BAKKER et al., 2006).

Bunn et al. 2013, em um estudo transversal, verificaram a natureza da instabilidade na SCA6 e a correlação entre instabilidade postural na SCA6 e a severidade dos sintomas através da escalas SARA e o equilíbrio funcional através da Escala de Equilíbrio de Berg (BBS). Nesse estudo 17 indivíduos com SCA6 foram pareados com 17 saudáveis. A posturografia foi utilizada para quantificar o balanço postural tridimensionalmente medido por 40 segundos. Foi também verificado se havia uma preponderância direcional no balanço e se havia distribuição anormal da instabilidade das articulações. Forte correlação entre a severidade da doença e a instabilidade postural foi encontrada (BUNN et al., 2013).

Schwabova et al. (2014) em um estudo transversal com 13 participantes com ataxia de Friedrich, 11 com ataxia cerebelar autossômica dominante foram avaliados com a Escala para Avaliação e Graduação da Ataxia (SARA) e com a Escala Cooperativa Internacional para Graduação da Ataxia (ICARS) e posturografia na posição de pé com e sem auxílio da visão. Neste estudo o objetivo foi determinar se os escores obtidos com estas escalas aplicadas nos respectivos pacientes apresentavam associação com os seus parâmetros posturográficos de COP A-P e M-L. Os resultados mostraram que os parâmetros posturográficos durante a condição de olhos abertos estavam relacionados ao prejuízo do controle postural detectado nas escalas (SCHWABOVA et al., 2014).

Ferreira et al. (2016) estudaram 5 pessoas com SCA3 e outras 5 saudáveis com o objetivo de investigar as estratégias de movimento utilizadas pelos pacientes SCA3. Os participantes foram avaliados através da posturografia com os pés juntos e separados; olhos fechados e abertos. Os dados do COP foram coletados e

analisados pelo método do mapa 3D-SKG (regiões de alta densidade, alta velocidade e a distância média e máxima entre as regiões) (BARACAT; DE SÁ FERREIRA, 2013), bidimensionalmente (área elíptica e média da velocidade) e unidimensionalmente (desvio-padrão e velocidade) em três tentativas de 30 segundos cada. A análise de variância revelou efeito de interação significativo 1D ( $p < 0,001$ ), 2D ( $p < 0,001$ ) e 3D ( $p = 0,004$ ) para todos os parâmetros, com maiores valores de balanço corporal sob restrições visuais e biomecânicas, separadas ou combinados. Foi concluído que os pacientes com SCA3 apresentaram estratégias de movimento com aumento do balanço do corpo durante a privação da visão, quando comparados ao grupo controle. O pequeno tamanho amostral e a ausência de escalas para avaliação funcional são limitações importantes do estudo (FERREIRA et al., 2016).

Nanetti et al. (2017), em um estudo prospectivo utilizando a posturografia pelo período de 4 anos, avaliaram o balanço postural de pacientes SCA1 buscando identificar déficit motor funcional antes de os indivíduos apresentarem a manifestação clínica da doença (estágio pré-clínico). Participaram do estudo 9 pacientes assintomáticos e 17 controles que foram avaliados na plataforma de força com e sem *feedback* visual para medir o índice geral de estabilidade. No grupo controle a estabilidade não mudou em todas as condições avaliadas. Nos pacientes SCA1 houve progressivas anormalidades posturais. Desta forma, os parâmetros posturográficos podem ser uma medida de triagem clínica desta população (NANETTI et al., 2017).

Liu et al. (2020) avaliaram a instabilidade postural de pacientes com SCA3 e investigaram a relação entre a instabilidade postural e progressão da doença através da medida posturográfica. Neste estudo transversal, 62 pacientes saudáveis foram pareados com não saudáveis e o controle postural foi medido por meio da plataforma de força. O principal componente analisado foram os fatores que influenciam a instabilidade postural. Pacientes com SCA3 tiveram prejuízos na estabilidade estática (através da medida do COP) e na dinâmica (medida através dos limites de estabilidade e o índice de equilíbrio geral). A ausência do *feedback* visual foi a medida mais sensível para diferenciar os grupos. A gravidade da ataxia pode ser associada tanto pela medida da estabilidade estática quanto dinâmica, embora não se relacione com a progressão da doença. Desta forma, a medida

quantitativa da instabilidade postural por meio da posturografia pode contribuir para ensaios clínicos de reabilitação (ALBERTSEN et al., 2017).

## **1.3 Justificativas**

### **1.3.1 Relevância para as Ciências da Reabilitação**

O resultado do exame quantitativo da avaliação postural na SCA tem importância tanto na pesquisa quanto na prática clínica (MARQUER; BARBIERI; PÉRENNOU, 2014). Compreender os déficits de componentes que ocorrem como manifestação clínica da SCA fundamenta possibilidades de intervenções clínicas, bem como a compreensão os mecanismos que envolvem a manifestação dos sintomas. Apesar da ausência de tratamentos medicamentosos, muitos sintomas desta patologia são tratáveis com exercícios (SILVA et al., 2019). Muitos estudos sugerem que a reabilitação pode aliviar as desordens posturais dos pacientes com SCA (MARQUER; BARBIERI; PÉRENNOU, 2014). Desta forma, o entendimento destes pelo profissional de saúde é fundamental para o manejo clínico desta condição de saúde (SILVA et al., 2019).

### **1.3.2 Relevância para a Agenda de Prioridades do Ministério da Saúde**

De acordo com a agenda de prioridades de Pesquisa do Ministério da Saúde, 2018, o debate sobre a importância da pesquisa para os sistemas e serviços de saúde ganhou força a partir de 1990, liderado pelo *Council on Health Research for Development* (COHRED) e o *Global Forum for Health Research*, que entendem a saúde como um direito, a equidade como um princípio e a pesquisa com uma ferramenta indispensável para auxiliar no desenvolvimento de intervenções que ajudarão a prevenir ou mitigar o impacto na saúde de políticas, programas, processos, ações ou eventos originários de qualquer setor. A pesquisa científica e tecnológica em saúde é considerada, portanto, um componente indispensável à melhora das ações de promoção, proteção e recuperação da saúde da população. A pesquisa em saúde no Brasil apresenta demandas específicas de acordo com o

perfil epidemiológico do país, que se caracteriza pela presença de problemas persistentes, incluindo doenças tropicais e negligenciadas, epidemias emergentes e doenças crônicas não-transmissíveis. Este estudo encontra-se no eixo 4 da Agenda de Prioridades – Desenvolvimento de Tecnologias e Inovação em Saúde.

### **1.3.3 Relevância para o Desenvolvimento Sustentável**

A Organização das Nações Unidas promove a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, 2015), por meio da qual reconhece que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, o combate às desigualdades dentro dos e entre os países, a preservação do planeta, a criação do crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável e a promoção da inclusão social estão vinculados uns aos outros e são interdependentes.

Este estudo se enquadra no Objetivo 3 Saúde e Bem-estar para: assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades; aumentar substancialmente o financiamento da saúde e o recrutamento, desenvolvimento e formação, e retenção do pessoal de saúde nos países em desenvolvimento, especialmente nos países menos desenvolvidos e nos pequenos estados insulares em desenvolvimento. Assim, este estudo é relevante à medida que tem como proposta estudar aspectos do controle postural de indivíduos com SCA para embasar a tomada de decisão acerca da melhor abordagem terapêutica a estes indivíduos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Geral**

Caracterizar o controle da estabilidade postural de indivíduos com SCA por meio de posturografia por plataforma de força.

### **1.4.2 Específicos**

1. Descrever e comparar o perfil posturográfico de indivíduos com SCA e indivíduos saudáveis, através do estatocinesiograma 3D.
2. Correlacionar a gravidade dos sintomas clínicos às medidas clínicas de equilíbrio e o perfil posturográfico em indivíduos com SCA.

## **1.5 Hipóteses**

1. Indivíduos com SCA apresentam maiores deslocamentos corporais na posturografia analisada por meio do estatocinesiograma 3D comparados a indivíduos saudáveis;
2. A gravidade dos sintomas motores está diretamente correlacionada com deslocamentos corporais na posturografia e inversamente correlacionada com os escores das medidas clínicas de equilíbrio postural em indivíduos com SCA.

## Capítulo 2 Participantes e Métodos

---

### 2.1 Aspectos éticos

Este protocolo de pesquisa é parte de um projeto “guarda-chuva” intitulado “ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO E DE TRATAMENTO DE INDIVÍDUOS COM ATAXIA ESPINOCEREBELAR (SCA)”, aprovado para execução pelo Comitê de Ética em Pesquisa antes da sua execução sob o número CAAE 96776818.4.0000.5235 (Anexo 1), em consonância com a resolução 466/2012.

### 2.2 Delineamento do estudo

O presente estudo foi uma análise secundária de dados coletados em estudo de delineamento transversal e analítico (HOCHMAN et al., 2005). Foi utilizado o *checklist* STROBE (VANDENBROUCKE et al., 2007) como diretriz para a redação do manuscrito.

### 2.3 Amostra

#### 2.3.1 Local de recrutamento do estudo

Foram convidados a participar do estudo indivíduos com diagnóstico de ataxia espinocerebelar que estavam em tratamento fisioterapêutico na Clínica Escola Amarina Motta (CLESAM) do Centro Universitário Augusto Motta, no Hospital Universitário Gaffré e Guinle, no Instituto de Neurologia Deolindo Couto e integrantes da Associação Brasileira de Ataxias Hereditárias e Adquiridas.

O grupo controle foi composto por dados posturográficos disponibilizados em banco de dados (SANTOS; DUARTE, 2016) cujos sinais foram obtidos em três tentativas de 60 s, caracterizadas pela combinação de condições visão (“olhos abertos” ou “olhos fechados”), base (“aberta” ou “fechada”) e superfície (“firme” ou “espuma”). Apenas ensaios caracterizados por “superfície firme” serão examinados.

Considerando que a restrição na proporção caso:controle pode aumentar o viés na estimativa do risco em estudos observacionais (AUSTIN; STUART, 2021), serão incluídos todos os participantes do banco de dados do grupo controle que atendam aos critérios de elegibilidade.

### **2.3.2 Critérios de inclusão**

1. Idade igual ou superior a 18 anos;
2. Ambos os sexos;
3. Grupo SCA: diagnóstico por um neurologista, mediante exame de DNA;
4. Grupo Controle: ausência de doenças neurológicas e musculoesqueléticas;

### **2.3.3 Critérios de exclusão**

1. Presença de comorbidades neurológicas;
2. Incapacidade de manter a postura de pé;
3. Diagnóstico de hipertensão arterial sistêmica não controlada e/ou cardiopatias não estabilizadas;
4. Presença de dor ou distúrbios ortopédicos que impeçam a execução dos testes.

## **2.4 Procedimentos**

Inicialmente, os voluntários foram contatados por telefone e então esclarecidos a respeito dos objetivos do estudo. Manifestado o desejo de participar, foram convidados a se dirigir ao Laboratório de Neurociências em Reabilitação, do PPGCR da UNISUAM para pesquisa dos critérios de elegibilidade, a partir de uma anamnese inicial.

### **2.4.1 Avaliação clínica**

Os participantes foram avaliados em uma sessão por dois examinadores independentes, experientes na aplicação de instrumentos de avaliação padronizados

descritos a seguir: *Mini-Mental State Examination* (ALMEIDA, 1998; FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975), *Scale for the Assessment and Rating of Ataxia*, *Inventory of Non-Ataxia Signs*, *Berg Balance Scale*, *4-Stage Balance Test*, *modified Dynamic Gait Index* e posturografia por plataforma de força.

#### **2.4.2 *Scale for the Assessment and Rating of Ataxia* (SARA)**

A SARA (Anexo 2) é uma medida usada para mensurar a gravidade da Ataxia Espinocerebelar e ataxia idiopática (ILG et al., 2009). A escala SARA foi traduzida e validada para o português brasileiro, mostrando boa confiabilidade e validade (BRAGA-NETO et al., 2010). É um instrumento que mensura os sintomas da SCA em uma escala de 0 (não ataxia) a 40 (ataxia grave). Compreende oito itens: marcha, distúrbio na fala, postura, sentado, dismetria, dedo-nariz, tremor e velocidade de movimentos alternados das mãos, calcanhar-dedo (SCHWABOVA et al., 2014).

#### **2.4.3 *Inventory for Non-Ataxia Signs* (INAS)**

O INAS (Anexo 3) inclui uma lista de vários sinais não atáxicos que ocorrem frequentemente em pacientes com ataxia e de sinais oculomotores do cerebelo que não são considerados na escala SARA. O INAS consiste em 30 itens, cada um relacionado a 1 de 16 sintomas/síndromes: areflexia, hiperreflexia, resposta extensora plantar, espasticidade, paresia, amiotrofia, fasciculações, mioclonia, rigidez, coreia, distonia, tremor em repouso, sintomas sensoriais, sinais oculomotores do tronco cerebral (oftalmoparesia horizontal e vertical, lentidão das sacadas), disfunção urinária e comprometimento cognitivo. Assim, a contagem do INAS varia de 0 a 16 (ALEX et al., 2011). Os itens são agrupados em categorias funcionais, refletindo 16 sinais de não ataxia e oculomotor cerebelar. Como medida quantitativa simples, a contagem do INAS reflete a presença ou ausência de sinais de não atáxicos, quando pelo menos um item relacionado a um sinal de não-ataxia está presente. O INAS é fácil de usar, exigindo apenas testes ou procedimentos que são realizados rotineiramente no exame neurológico. No geral, provou ser um

complemento útil para o SARA, mas não é uma medida de resultado primário apropriada em ensaios intervencionistas em ataxia (PAAP et al., 2016a).

#### **2.4.4 Berg Balance Scale (BBS)**

A BBS (Anexo 4) foi criada em 1992 por Katherine Berg (SILVA et al., 2008) e validada para a população brasileira (MIYAMOTO et al., 2004). Esta escala tem sido muito usada para determinar os fatores de risco de perda de independência e quedas (ZEIGELBOIM et al., 2013a). Apresenta 0,98 de sensibilidade e 0,99 de especificidade para avaliar o risco de cair por meio de testagem de 14 itens cotidianos. Cada item é subdividido em subitens de zero (incapaz de realizar a tarefa) a quatro (realiza de forma independente) (CENCI et al., 2013). A pontuação total é de 56, e índice igual ou menor a 36 está associado a 100% de risco de quedas. Cada teste tem cinco opções de classificação, sendo que zero significa a incapacidade de desenvolver a ação solicitada. As opções aumentam até 4, conforme aumenta a habilidade total de exercer a função. Dessa forma, quanto maior o score, melhor a condição de equilíbrio do idoso e menor o seu risco de queda (LEE et al., 2013; PERES; SILVEIRA, 2010).

#### **2.4.5 4-Stage Balance Test (FSBT)**

O FSBT (Anexo 5) consiste na manutenção da posição estática em quatro posturas diferentes: base estreita (pés juntos), semi-tandem, tandem, e equilíbrio unipedal. Este teste tem como objetivo a avaliação do equilíbrio estático. Os voluntários são convidados a permanecer de pé em 4 posições progressivamente mais desafiadoras: (i) pés unidos; (ii) semi-tandem; (iii) tandem e (iv) apoio unipedal. Se o voluntário puder manter uma posição por 10 s sem mover os pés ou precisar de apoio, a próxima posição é realizada (ROSSITER-FORNOFF et al., 1995).

#### **2.4.6 Modified Dynamic Gait Index (mDGI)**

A mDGI (Anexo 6) tem como objetivo avaliar e documentar a capacidade do indivíduo de modificar a marcha em resposta às mudanças nas demandas de determinadas tarefas. São 8 tarefas e o sistema de pontuação avalia 3 aspectos correlacionados do desempenho desta atividade: padrão de marcha, nível de assistência e tempo. A pontuação total é de 0 (grave acometimento da marcha) à 64 (sem acometimento da marcha) (DE CASTRO; PERRACINI; GANANÇA, 2006; MATSUDA; TAYLOR; SHUMWAY-COOK, 2014).

## **2.5 Desfechos Primário: Posturografia**

### **2.5.1 Protocolo de coleta de dados**

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Neurociências em Reabilitação e Laboratório de Análise Cinética e Cinemática do programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (PPGCR) do Centro Universitário Augusto Motta/UNISUAM (RJ, Brasil). A análise dos dados foi realizada no Laboratório de Simulação Computacional e Modelagem em Reabilitação do PPGCR.

O protocolo de coleta de sinais posturográficos seguiu as recomendações internacionais (SCOPPA et al., 2013). A aquisição dos sinais foi realizada por meio da plataforma de força AccuSway Plus AMTI (Advanced Mechanical Technologies, Inc.). A calibração da plataforma ocorreu conforme instrução do manual do fabricante. A frequência de aquisição dos sinais foi de 100 Hz.

### **2.5.2 Processamento e análise do sinal posturográfico**

Os sinais de COP foram analisados utilizando os métodos do estatocinesiograma 2D (KAPTEYN et al., 1983b; OLIVEIRA; SIMPSON; NADAL, 1996) e estatocinesiograma 3D (DE SÁ FERREIRA; JUNQUEIRA FERRAZ BARACAT, 2014).

Para as análises SKG-2D foram calculadas a área elíptica pelo método de componentes principais (OLIVEIRA; SIMPSON; NADAL, 1996) e a velocidade média (RAYMAKERS; SAMSON; VERHAAR, 2005b).

Para as análises SKG-3D, primeiramente, uma matriz representando a área de deslocamento do CP durante a tarefa foi “discretizada” em áreas de 1x1 mm, de tal forma que a frequência absoluta de amostras CP dentro de cada caixa representa o número de amostras dentro de um histograma bivariado. Em seguida, o ruído de quantização foi minimizado usando um filtro espacial mediano de 3x3 mm seguido de interpolação espacial bicúbica. Terceiro, o histograma foi escalonado em relação à duração da tarefa e pesquisado por regiões não conectadas do histograma 2D, onde a distribuição de frequência gera picos, ou seja, regiões de alta densidade. Finalmente, as regiões de alta densidade identificadas foram usadas para rotular os padrões espaciais do CP como simples, duplos ou multicêntricos dependendo do número de regiões de alta densidade (*nHDR*; 1, 2 ou 3 ou mais, respectivamente) (BARACAT; DE SÁ FERREIRA, 2013).

## **2.6 Análise dos dados**

### **2.6.1 Tamanho amostral (cálculo)**

Por se tratar de análise secundária de dados, não houve cálculo de amostra para este estudo.

### **2.6.2 Plano de análise estatística**

Os resultados foram analisados no Laboratório de Simulação Computacional e Modelagem em Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), *campus* Bonsucesso (RJ, Brasil), bem como a consolidação do banco de dados coletados. Foram utilizados os programas R Project versão 4.0.2 e JASP versão 0.14.

Os dados primários foram digitados em uma planilha eletrônica para cálculo de variáveis secundárias em Excel 2016 (Microsoft Corp., EUA) e depois importados para os softwares para análise estatística usando pacotes disponíveis. A evidência estatística de significância foi estabelecida em  $p < 0,05$ .

Para a análise descritiva foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk às variáveis contínuas. Valores no texto, tabelas e gráficos foram exibidos como média  $\pm$  DP (desvio-padrão) ou mediana [P25, P75] para variáveis contínuas com distribuição normal e não-normal, respectivamente; as variáveis categóricas foram descritas como frequência (%).

Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) para testar os efeitos de interação e principais para comparações entre-sujeitos para grupos (níveis: SCA, controle), e intra-sujeitos para condições de base (níveis: base aberta, base fechada) e visão (níveis: olhos abertos, olhos fechados) nas variáveis posturográficas área elíptica, velocidade média, *nHDR*.

O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para análise da correlação entre as variáveis quantitativas de desfecho com distribuição normal ou não-normal, respectivamente. Os valores de correlação e seus respectivos níveis qualitativos de associação foram descritos como: 0,0 (sem associação);  $\pm 0,01$  a  $\pm 0,20$  (associação desprezível);  $\pm 0,21$  a  $\pm 0,40$  (associação fraca);  $\pm 0,41$  a  $\pm 0,70$  (associação moderada);  $\pm 0,71$  a  $\pm 0,99$  (associação forte);  $\pm 1,00$  (associação perfeita).

### **2.6.3 Disponibilidade e acesso aos dados**

Os sinais e dados coletados serão disponibilizados juntamente com os artigos publicados.

## **2.7 Resultados esperados**

Espera-se com esta pesquisa constatar que os déficits de equilíbrio e controle postural são maiores em indivíduos com SCA do que em saudáveis e aumentam proporcionalmente à gravidade dos sintomas e déficits funcionais da SCA.

## **2.8 Orçamento e apoio financeiro**

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001.



## Capítulo 3 Produção Intelectual

---

### 3.1 Manuscrito #1

#### 3.1.1 Metadados do manuscrito #1

|                                                   |                                    |
|---------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Journal:</b>                                   | Parkinsonism and Related Disorders |
| <b>Two-year Impact Factor (YEAR)<sup>1</sup>:</b> | 4,891                              |
| <b>Classificação Qualis (ANO)<sup>2</sup>:</b>    | A1                                 |
| <b>Submetido/Revisado/Aceito em:</b>              | 31/08/2021                         |

#### 3.1.2 Contribuição dos autores do manuscrito #1 de acordo com a proposta *Contributor Roles Taxonomy* (CRediT)<sup>3</sup>

| Iniciais dos autores, em ordem: | AFG | TL | CP | CHRH | LASO | ASF |
|---------------------------------|-----|----|----|------|------|-----|
| Concepção                       | X   |    | X  | X    | X    | X   |
| Métodos                         | X   | X  | X  | X    | X    | X   |
| Programação                     |     |    |    |      |      | X   |
| Validação                       |     |    |    |      |      | X   |
| Análise formal                  |     |    |    |      |      | X   |
| Investigação                    |     |    | X  | X    |      |     |
| Recursos                        |     |    |    |      | X    | X   |
| Manejo dos dados                | X   |    | X  | X    |      | X   |
| Redação do rascunho             | X   | X  | X  | X    |      |     |
| Revisão e edição                |     | X  | X  | X    | X    | X   |
| Visualização                    |     |    |    |      |      | X   |
| Supervisão                      |     | X  |    |      | X    | X   |
| Administração do projeto        |     | X  |    |      | X    | X   |
| Obtenção de financiamento       |     | X  |    |      | X    | X   |

<sup>1</sup> Disponível para consulta em: [www.scimagojr.com](http://www.scimagojr.com)

<sup>2</sup> Disponível para consulta em: [www.sucupira.capes.gov.br](http://www.sucupira.capes.gov.br)

<sup>3</sup> Detalhes dos critérios em: <https://doi.org/10.1087/20150211>

**Body Sway and Movement Strategies for Control of Postural Stability in People with Spinocerebellar Ataxia Type 3: A Cross-sectional Study**

Ana Fernanda Galvão, MSc<sup>1</sup>, Thiago Lemos, PhD<sup>1</sup>, Camilla Polonini Martins, PhD<sup>1</sup>, Carlos Henrique Ramos Horsczaruk, PhD student<sup>1</sup>, Laura Alice Santos de Oliveira, PhD<sup>2</sup>, Arthur de Sá Ferreira, PhD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ. Rio de Janeiro, Brasil

**Corresponding Author:** Arthur de Sá Ferreira, UNISUAM, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rua Dona Isabel 94, Bonsucesso, Rio de Janeiro, 21041-020 Brazil, Phone: +55 (21) 3882-9797 extension: 2012

## Abstract

**Background:** Postural instability with an excessive body sway is a disabling manifestation in spinocerebellar ataxia (SCA). However, whether the larger body sway reflects distinct movement strategies for postural control in this population remains uncertain. **Aims:** To describe the control of postural stability of people with SCA3 using body sway and movement strategy analyses derived from posturography, and to compare these findings with healthy subjects. **Participants:** Twenty-three participants with SCA3 (7 men, 16 women, age  $47 \pm 11$  years) and 102 healthy participants (34 men, 68 women; age  $44 \pm 22$  years). **Methods:** Posturography was performed under static standing with eyes open/closed tasks. Postural stability was assessed using elliptical area (*Area*) and average velocity (*Vavg*). Spatial patterns (single-, double-, or multi-centered) were derived from the number of high-density regions (*nHDR*) in the three-dimensional statokinesigram. **Results:** Repeated measures two-way analysis-of-variance showed a vision-by-group interaction effect for *Area* ( $F_{1,122}=28.831$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.037$ ) and *Vavg* ( $F_{1,123}=59.367$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.073$ ); sway area and velocity were higher in the SCA3 group and increased under eyes-closed condition, with a higher increase in the SCA3 group. A main effect for group ( $F_{1,123}=11.702$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.061$ ) but not vision ( $F_{1,123}=2.257$ ,  $p=0.136$ ,  $\eta^2=0.005$ ) was found for *nHDR*. Spatial patterns were different between groups under trials with eyes closed ( $\chi^2_{2,125}=7.46$ ,  $p=0.023$ ) but not open ( $\chi^2_{2,125}=2.026$ ,  $p=0.363$ ), with an overall shift from single-centered to double- or multi-centered spatial patterns in this test condition. **Conclusions:** Compared to healthy subjects, a larger body displacement and velocity in people with SCA3, mainly under visual constraints, are not related to the predominance of either ankle-hip movement strategies.

**Keywords:** spinocerebellar ataxias; posturography; postural control.

## 1 Introduction

Spinocerebellar ataxia (SCA) is a heterogeneous group of cerebellar ataxia disorders with an autosomal dominant characteristic (KLOCKGETHER; MARIOTTI; PAULSON, 2019). More than 40 types of SCA are currently identified, numbered in the order of discovery of the corresponding defective gene (SULLIVAN et al., 2019). SCA courses with damage or dysfunction of the cerebellum or its pathways of entry or exit (KLOCKGETHER; MARIOTTI; PAULSON, 2019). In addition to cerebellar degeneration, other regions of the nervous system can be affected, such as the spinal cord, peripheral nerves, basal ganglia, and brainstem nuclei producing non ataxic signs and symptoms (SULLIVAN et al., 2019). Notwithstanding different areas of the brain affected, the main disabilities in people with SCA are postural balance and gait disorders (MARQUER; BARBIERI; PÉRENNOU, 2014; MARTINS et al., 2013). Investigation of postural balance in people with SCA is of great interest because there is evidence that balance training improves symptom control (ILG et al., 2009). Hence, monitoring the clinical and functional course of people with SCA seems relevant to propose rehabilitation programs targeting the functional impairments, mainly postural balance because frequent falls and loss or decrease of independence it is common in this population (FONTEYN et al., 2014).

Posturography using force platforms is the gold-standard method to assess postural balance (DUARTE; FREITAS, 2010). For example, posturography was already used for the differential diagnosis between Friedreich's ataxia and SCA2 (SCHWABOVA et al., 2012). It is also the gold-standard method to quantification of postural sway in ataxia and validation of clinical instruments such as the scale for the Assessment and Rating of Ataxia (SCHWABOVA et al., 2014). Some studies employed posturography to investigated control of postural balance in people with

SCA. Postural instability following both laterally and backward directed perturbations during upright stance were reported in 9 patients with a variety of SCA types (SCA1, SCA2, SCA3, SCA6, SCA14) as compared to control subjects, possibly related to reduced ankle mobility and knee flexion and increased mobility of the pelvis and trunk (BAKKER et al., 2006). A strong correlation between disease severity with postural instability (i.e., higher body sway velocity) and lower limb joints stability was found in 17 patients with SCA6 (BUNN et al., 2013). A prospective study of 9 asymptomatic people with SCA1 showed that posturography measurements can be used as a measure of clinical screening for disease progression (NANETTI et al., 2017). Finally, the severity of ataxia can be associated with both static and dynamic stability, but it is not related to the progression of the disease (LIU et al., 2020). Despite inferences on postural instability have been drawn from posturography, knowledge about the control of postural balance in people with SCA is still scarce. Posturography analysis based on the three-dimensional statokinesigram (3D-SKG) could be applied to gain insights into the movement strategies adopted by SCA patients during upright stance. Thus, the use of other posturography analysis seems useful to characterize and capture the changes in postural stability of people with SCA and might help the proposal of rehabilitation protocols targeting postural balance in this population.

Recently, we reported a posturography analysis of 5 patients with SCA3; we observed body sway patterns that suggested greater body displacement when deprived of vision as compared to control subjects, but similar movement strategies (i.e., ankle and hip strategies) for controlling their postural stability (FERREIRA et al., 2016). The movement strategies for postural control were identified by the number and spatial orientation of high-density regions (*nHDR*) of the three-dimensional

statokinesigram (3D-SKG) (BARACAT; DE SÁ FERREIRA, 2013). However, the small sample of both patient and control groups limits the generalization of the results. Therefore, the primary aim of this study is to describe the control of postural stability of people with SCA3 using posturography analysis and to compare these findings with healthy subjects. It was hypothesized that people with SCA3 present greater body sway, but similar movement strategies as compared to healthy subjects. Secondly, we investigated the strength of correlation between the severity of clinical symptoms, clinical measures of balance, and posturography in this population. It was hypothesized measures of postural balance are correlated to the severity of motor symptoms and clinical scores.

## **2 Methods**

### **2.1 Ethics**

This research protocol followed the Declaration of Helsinki and national regulations (Resolution 466/2012). The protocol was approved by the Institutional Ethics Committee before its execution (No 96776818.4.0000.5235). All participants signed a written informed consent form after a complete explanation about the study aims and procedures.

### **2.2 Study design**

This study is a secondary analysis of data collected from a larger study investigating the effects of physiotherapy interventions in gait and balance outcomes in patients with SCA; this reporting includes the cross-sectional (baseline) data for postural control using posturography. This reporting was elaborated following the STROBE checklist (VANDENBROUCKE et al., 2007).

### 2.3 Participants

Recruitment of SCA3 cases was conducted at local rehabilitation centers. Inclusion criteria for the SCA group comprised age  $\geq 18$  years; diagnosis of SCA type 3 by DNA analysis confirmed by a neurologist; and a score  $\geq 18$  in the Mini-Mental State Examination (ALMEIDA, 1998; FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975). Exclusion criteria were the presence of neurological comorbidities; inability to maintain a standing posture; other neurological diseases; uncontrolled hypertension or arrhythmia; and orthopedic problems that could limit gait.

The control group consisted of participants aged  $\geq 18$  years whose posturography data was available in an online dataset (SANTOS; DUARTE, 2016). Inclusion criteria were the availability of posturography signals in three trials of 60 s characterized by the combination of vision conditions (eyes open or eyes closed) while standing on a firm surface. Exclusion criteria comprised any kind of sensory (auditory or visual), physical (poliomyelitis, cerebral palsy), or intellectual disabilities; regular use of  $\geq 5$  drugs; and reporting of labyrinthitis.

Considering that the restriction in the case:control ratio can increase the bias in estimating the risk in observational studies (AUSTIN; STUART, 2021) all participants in the control group database who met the eligibility criteria were included.

### 2.3 Clinical measurements

The SCA3 group was assessed using the following clinical instruments: *Scale for the Assessment and Rating of Ataxia* (SARA); *Inventory of Non-Ataxia Signs*

(INAS); *Berg Balance Scale* (BBS); *Four Stage Balance Test* (FSBT); and *Modified Dynamic Gait Index* (mDGI).

The SARA is an instrument that measure the severity of SCA symptoms on a scale from 0 (non-ataxia) to 40 (severe ataxia) (ILG et al., 2009). It comprises eight items: gait, speech disorders, posture, sitting, dysmetria, finger-nose, tremor and speed of alternate hand movements heel-toe (SCHWABOVA et al., 2014). The SARA scale was translated and validated into Brazilian Portuguese demonstrating good reliability and validity (BRAGA-NETO et al., 2010).

The INAS consists of 30 items each related to 1 of 16 symptoms/syndrome: areflexia, hyperreflexia, plantar extensor response, spasticity, paresis, amyotrophy, fasciculations, myoclonus, rigidity, chorea, dystonia, tremor at rest, sensory symptoms, signs oculomotor brainstem (horizontal and vertical ophthalmoparesis, saccade slowness), urinary dysfunction and cognitive impairment. Thus, the INAS score ranges from 0 to 16 (ALEX et al., 2011). Items are grouped into functional categories, reflecting 16 signs of non-ataxia and cerebellar oculomotor. As a simple quantitative measure, the INAS score reflects the presence or absence of non-ataxia signs when at least one item related to a non-ataxia sign is present (PAAP et al., 2016b).

The BBS was validated in 1992 (BERG et al., 1992) and later validated for the Brazilian population (MIYAMOTO et al., 2004). This scale has been widely used to determine risk factors for loss independence and falls (ZEIGELBOIM et al., 2013b). It has a sensitivity of 0.98 and a specificity of 0.99 for assessing the risk of falling through testing 14 everyday items. Each item is subdivided into sub-items from zero (unable to perform the task) to four (performs independently). The total score is 56, and an index equal to or less than 36 is associated with a 100% risk of falls. Each

test has five rating options, with zero meaning the inability to perform the requested action. Options increase up to 4 as the total ability to perform the role increases. Thus, the higher the score, the better the balance condition of the elderly and the lower their risk of fall (LEE et al., 2013; PERES; SILVEIRA, 2010).

The FSBT consists of maintaining the static position in four different postures: narrow base (feet together), semi-tandem, tandem, and single leg balance. This test aims to assess static balance. The volunteers were asked to remain standing in 4 progressively more challenging positions: (i) feet together; (ii) semi-tandem; (iii) tandem and (iv) single-foot support. If the volunteer could maintain a position for 10 s without moving the feet or needing support, the next position was performed (ROSSITER-FORNOFF et al., 1995).

The mDGI assesses the individual's ability to change gait in response to changes in the demands of certain tasks. There are 8 tasks, and the scoring system assesses 3 correlated aspects of the performance of this activity: gait pattern, assistance level and time. The total score ranges from 0 (severe impairment of gait) to 64 (no impairment of gait) (DE CASTRO; PERRACINI; GANANÇA, 2006).

## **2.4 Posturography analysis**

The protocol for posturography followed international recommendations (SCOPPA et al., 2013). Participants were asked to stand barefoot on the platform, with arms along the trunk and to look at a target positioned at eye level. Before data acquisition, the outline of their feet was marked on a paper sheet. These marks were used to ensure for everyone the same base of support for all conditions. Center of pressure (COP) coordinates were calculated from the foot-ground reaction forces recorded during 60 s (AccuSwayPLUS, AMTI, Watertown, MA).

The COP coordinates were calculated using the digitized signals from the force platform according to the manufacturer's manual. COP signals had their mean removed and were then processed using a 4th-order low-pass Butterworth filter (cut-off frequency = 2.5 Hz) as COP sway during quiet standing is restricted to frequencies < 2 Hz (VIEIRA; OLIVEIRA; NADAL, 2009). COP univariate data were independently adjusted for mean removal followed by detrending their degree 1 polynomial trend. In sequence, the COP bivariate data were aligned with respect to the anteroposterior axis according to the angle of rotation of the major axis of the 95% confidence ellipse (OLIVEIRA; SIMPSON; NADAL, 1996). Postural balance was assessed by posturography variables calculated from two-dimensional statokinesigram: elliptical area (*Area*) (OLIVEIRA; SIMPSON; NADAL, 1996) and average velocity (*Vavg*) (RAYMAKERS; SAMSON; VERHAAR, 2005b).

The computational procedure for generating the 3D-SKG was fully described elsewhere (BARACAT; DE SÁ FERREIRA, 2013; DE SÁ FERREIRA; JUNQUEIRA FERRAZ BARACAT, 2014) and is summarized here. In brief, the first step generates a matrix representing the displacement area discretized into bins of 1 mm<sup>2</sup>. Next step comprises counting the absolute cumulative frequency of COP samples within each bin, generating a 2D histogram. The third step minimizes quantization noise and artificially improves the graphical visualization by using a spatial filter (median estimator, 3 x 3 window size) followed by bicubic spatial interpolation, respectively. The last step normalizes each histogram's element with respect to the trial duration before visualization and analysis as the 3D-SKG. The resulting 3D-SKG presents high-density regions (HDR), where the frequency distribution generates peaks. The number HDR (*nHDR*) is identified on the 3D-SKG by a 'maximum voting wins' strategy that is subsequently used for labeling COP spatial patterns as single-

centered, double-centered, or multi-centered (1, 2, 3 or more HDR, respectively). The AP or ML orientation is defined by the angle alignment between the centroids of the two HDR of double-centered patterns. The 3D-SKG shows an excellent reliability for the identification of spatial patterns related to ankle and/or hip strategies for maintaining postural stability while standing upright (DE SÁ FERREIRA; JUNQUEIRA FERRAZ BARACAT, 2014).

## 2.5 Statistical analysis

The primary data were entered into a spreadsheet for calculating secondary variables in Excel 2016 (Microsoft Corp., USA) and then imported into software for statistical analysis using dedicated packages. The results were analyzed using R Project version 4.0.2 and JASP version 0.14. Statistical evidence of significance will be established at  $p < 0.05$ .

The Shapiro-Wilk test was applied to continuous variables to check the assumption of normality of distribution. Values in the text, tables and graphs were displayed as mean $\pm$ SD (standard deviation) for numerical variables; categorical variables will be described as absolute frequency (%). Between-group comparisons of demographic characteristics were performed using the Welch's test.

Repeated-measures analyses of variance were used to test for interaction and main effects of between-subject (levels: SCA3, control groups), and within-subject effects (levels: eyes open, eyes closed) in posturography variables *Area*, *Vavg*, and *nHDR*. F-test and  $\eta^2$  values were reported alongside p-values. Chi-square tests were used to check for difference in marginal proportions of spatial patterns (single-, double-, and multi-centered) between groups and between different vision conditions.

Pearson's correlation coefficient with 95% confidence interval (95%CI) was used to analyze the correlation between quantitative outcome variables. Correlation values and their respective qualitative levels of association were described as: 0.0 (no association);  $\pm 0.01$  to  $\pm 0.20$  (negligible association);  $\pm 0.21$  to  $\pm 0.40$  (weak association);  $\pm 0.41$  to  $\pm 0.70$  (moderate association);  $\pm 0.71$  to  $\pm 0.99$  (strong association);  $\pm 1.00$  (perfect association) (WORLD HEALTH ORGANIZATION REGIONAL OFFICE FOR THE WESTERN PACIFIC, 2001).

### 3 Results

Sixty-seven patients with SCA were invited to participate; of these, 3 did not meet the eligibility criteria (other neurologic disease or SCA type); 19 refused to participate; and 22 have not returned contact. Of the 163 participants in the control group dataset, 31 participants were excluded with a history of falls; 16 participants due to sensory (auditory or visual), physical (poliomyelitis, cerebral palsy) or intellectual disabilities; 7 participants under regular use of  $\geq 5$  drugs; and 7 participants due to reporting of labyrinthitis. Table 1 shows the characteristics of the studied samples. The control group consisted of 102 participants (68 [68%] women, age  $44 \pm 22$  years). The SCA3 group was composed by 23 patients (16 [70%] women, age  $47 \pm 11$ ). Time since SCA3 diagnosis was  $6 \pm 4$  years and ataxia stages 1 (17 [74%]) and 2 (6 [26%]), what means that the participants with SCA were on initial stages of the disease. The SCA group showed a SARA score of  $11 \pm 4$  points, INAS score of  $3 \pm 2$  points, BERG score of  $45 \pm 10$  points, FSBT time of  $1.6 \pm 1.0$  s, and mDGI score of  $42 \pm 12$  points.

PLEASE INSERT TABLE 1 HERE

Table 2 shows the summary results of the body sway and spatial pattern analyses. All participants completed the posturography tests; one outlier data point for *Area* was excluded (SCA3 group participant #17, eyes closed trial). We found statistical evidence of a vision-by-group interaction effect for both *Area* ( $F_{1,122}=28.831$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.037$ ) and *Vavg* ( $F_{1,123}=59.367$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.073$ ) but not *nHDR* ( $F_{1,123}=0.669$ ,  $p=0.415$ ,  $\eta^2=0.002$ ). In general, both *Area* and *Vavg* were higher in the SCA3 group and increased under eyes closed condition, with a higher increase in the SCA3 group. A main effect for group was observed for *nHDR* ( $F_{1,123}=11.702$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.061$ ) but not vision ( $F_{1,123}=2.257$ ,  $p=0.136$ ,  $\eta^2=0.005$ ), with higher *nHDR* observed in the SCA3 group.

Table 2 also shows the summary results of spatial patterns according to the posturography analysis. We observed statistical evidence of difference in the frequency distribution of spatial patterns under trials with eyes closed ( $\chi^2_{2,125}=7.46$ ,  $p=0.023$ ) but not open ( $\chi^2_{2,125}=2.026$ ,  $p=0.363$ ). In general, a single-centered pattern was the most frequent one in both groups under both vision conditions, followed by multi-centered and double-centered spatial patterns. Under eyes closed condition, we observed changes in the spatial patterns as follows: a drop in single-centered patterns in both groups; also, a lower proportion of double-centered patterns along a higher proportion of multi-centered patterns, predominantly in SCA3 group, as compared to the control group.

PLEASE INSERT TABLE 2 HERE

Within the SCA3 group, we observed statistical evidence of correlation of *Area* with *Vavg* ( $r = 0.578$ , 95%CI = [0.447; 0.684],  $p < 0.001$ ), *nHDR* ( $r = 0.689$ , 95%CI = [0.583; 0.772],  $p < 0.001$ ), and FSTB ( $r = -0.472$ , 95%CI = [-0.062; -0.745],  $p = 0.027$ ). Also, *Vavg* was correlated with *nHDR* ( $r = 0.421$ , 95%CI = [0.265; 0.555],  $p < 0.001$ ). No statistical evidence of correlation was observed for postural measurements (*Area*, *Vavg*, or *nHDR*) and other clinical assessment tools (SARA, INAS, BBS, or mDGI).

#### **4 Discussion**

This study described the control of postural stability of people with SCA3 using posturography analysis and compared these findings with healthy subjects. The use of posturography analysis seems useful to characterize and capture the changes in postural stability of people with SCA and might help the proposal of rehabilitation protocols targeting postural balance in this population. Our findings are consistent with the hypothesis that people with SCA3 present larger body sway, but similar movement strategies, as compared to healthy individuals under eyes-open condition, but not under eyes closed. We also investigated the strength of correlation between the severity of clinical symptoms, clinical measures of balance, and posturography in this population. Our findings do not support the hypothesis that postural balance or movement strategies are related to the severity of motor symptoms and clinical scores in this population.

Our findings corroborate previous evidence on posturography analysis of people with a variety of SCA types showing greater body sway than healthy subjects, particularly when vision information is not provided (BAKKER et al., 2006; BUNN et al., 2013; FERREIRA et al., 2016; NANETTI et al., 2017). Visual dependency finding

is a well-established response to the acute suppression of visual input for postural control (DANNA-DOS-SANTOS et al., 2021); nonetheless, our study reaffirms previous findings on the role of vision for postural control in SCA3 (FERREIRA et al., 2016). Altogether, these findings suggest that sensory integration is an important aspect to be considered when proposing and implementing rehabilitation programs targeting the control of postural stability in people with SCA3.

The analysis of 3D-SKG revealed that most patients and controls presented single-centered patterns under eyes-open tasks. This is consistent with a previous study (BARACAT; DE SÁ FERREIRA, 2013) showing that both young and elderly healthy adults predominantly presented  $nHDR=1$  under both eyes open or closed tasks, with a change in movement strategy ( $nHDR \geq 2$ ) with more demanding constraints as reported in this study. However, most people with SCA3 increased their  $nHDR$  under eyes-closed conditions, a much different strategy from that adopted by healthy subjects. The change from single-, double-, or to multi-centered patterns suggests that the more demanding the postural task is the more difficulties the patients have to return their center of mass to the center of the base of support. Because multimodal distributions of COP suggest no preferred movement strategy (e.g., ankle or hip strategies) is adopted, we hypothesize that either random movement strategies or a unique movement strategy characterized by a stochastic COP distribution is predominantly adopted by people with SCA3 for maintaining postural balance while standing under more challenging postural tasks.

Most clinical trials in patients with SCA applied balance training among other exercises (ARTIGAS et al., 2013; MARQUER; BARBIERI; PÉRENNOU, 2014; MARTINEAU; NOREAU; DUPRÉ, 2014). Rehabilitation programs focus on improving postural balance can be tailored if results of both body sway and movement

strategies are available. This, we call for randomized clinical trials on rehabilitation programs using 2D and 3D posturography analyses for the assessment of postural balance to investigate the potential benefits of such personalized rehabilitation programs.

The major limitation of this study comprises the derivation of coexisting of ankle and/or hip movement strategies while standing movement strategies from COP spatial patterns (BARACAT; DE SÁ FERREIRA, 2013). Although spatial patterns can be reliably identified (DE SÁ FERREIRA; JUNQUEIRA FERRAZ BARACAT, 2014), to what extent this interpretation is accurate needs further investigation. Conversely, major strengths comprise the largest sample of SCA3 to systematically perform the most used sensory task for the assessment of postural control (BAKKER et al., 2006; BUNN et al., 2013; FERREIRA et al., 2016; NANETTI et al., 2017). Also, these data provide summary data for planning randomized clinical trials on rehabilitation programs targeting postural balance based on posturography as a gold-standard method (DUARTE; FREITAS, 2010; SCHWABOVA et al., 2012, 2014). Finally, by adhering to technical recommendations for posturography (SCOPPA et al., 2013) we expected to further contribute to the clinical application of posturography to monitor the disease progression and testing the effects of physical therapy interventions.

## **5 Conclusions**

Compared to healthy subjects, a larger body displacement and velocity in people with SCA3, mainly under visual constraints, are not related to the predominance of either ankle-hip movement strategies.

## **Conflict of interests**

None to declare.

### **Funding sources**

This study was supported by the Fundação Carlos Chagas Filho de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, grant number E-26/202.769/2015) Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001. The funding source had no role in the study design, in the collection, analysis, and interpretation of data, in the writing of the manuscript, or in the decision to submit the manuscript for publication.

### **References**

ALBERTSEN, I. M. et al. Postural stability in young healthy subjects – Impact of reduced base of support, visual deprivation, dual tasking. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 33, n. 8, p. 27–33, 7 abr. 2017.

ALEX, J. et al. Ataxia Rating Scales — Psychometric Profiles , Natural History and Their Application in Clinical Trials. 2011.

ALMEIDA, O. P. Mini Exame Do Estado Mental e O Diagnóstico de Demência no Brasil. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 56, n. 3 B, p. 605–612, 1998.

APRIGLIANO, F. et al. Acesso livre Efeitos de repetidas perturbações da tração da cintura na estabilidade da marcha em indivíduos com ataxia cerebelar. v. 0, p. 1–12, 2019.

ARTIGAS, N. et al. Atendimento Fisioterapêutico para Indivíduos com Ataxia Espinocerebelar: Uma Revisão da Literatura. **Revista Neurociências**, v. 21, n. 1, p. 126–135, 16 abr. 2013.

ASHIZAWA, T.; XIA, G. Ataxia Articles from Continuum : Lifelong Learning in

Neurology are provided here courtesy of American Academy of Neurology.

**Continuum (Mineap Minn)**, v. 22, n. 4 Movement Disorders, p. 1208–1226, 2016.

AUSTIN, P. C.; STUART, E. A. The effect of a constraint on the maximum number of controls matched to each treated subject on the performance of full matching on the propensity score when estimating risk differences. **Statistics in Medicine**, v. 40, n. 1, p. 101–118, 2021.

BAKKER, M. et al. Postural responses to multidirectional stance perturbations in cerebellar ataxia. **Experimental Neurology**, v. 202, n. 1, p. 21–35, nov. 2006.

BALOH, R. W. et al. Static and dynamic posturography in patients with vestibular and cerebellar lesions. **Archives of Neurology**, v. 55, n. 5, p. 649–654, 1998.

BARACAT, P. J. F.; DE SÁ FERREIRA, A. Postural tasks are associated with center of pressure spatial patterns of three-dimensional statokinesigrams in young and elderly healthy subjects. **Human Movement Science**, v. 32, n. 6, p. 1325–1338, 2013.

BERG, K. O. et al. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument.

**Canadian journal of public health = Revue canadienne de sante publique**, v. 83 Suppl 2, n. Jul-Aug, p. S7-11, 1992.

BRAGA-NETO, P. et al. Translation and validation into Brazilian version of the Scale of the Assessment and Rating of Ataxia (SARA). **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 68, n. 2, p. 228–230, 2010.

BUNN, L. M. et al. Stance instability in spinocerebellar ataxia type 6. **Movement Disorders**, v. 28, n. 4, p. 510–516, abr. 2013.

CENCI, D. R. et al. Análise do equilíbrio em pacientes diabéticos por meio do sistema F-Scan e da Escala de Equilíbrio de Berg. **Fisioterapia em Movimento**, v. 26, n. 1, p. 55–61, 2013.

- CZAPROWSKI, D. et al. Non-structural misalignments of body posture in the sagittal plane. **Scoliosis and Spinal Disorders**, v. 13, n. 1, p. 6, 5 dez. 2018.
- DANNA-DOS-SANTOS, A. et al. Visuo-postural dependency index (VPDI) in human postural control. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 13, n. 1, p. 7, 26 dez. 2021.
- DE CASTRO, S. M.; PERRACINI, M. R.; GANANÇA, F. F. Dynamic gait index - Brazilian version. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 72, n. 6, p. 817–825, 2006.
- DE SÁ FERREIRA, A.; JUNQUEIRA FERRAZ BARACAT, P. Test-retest reliability for assessment of postural stability using center of pressure spatial patterns of three-dimensional statokinesigrams in young health participants. **Journal of Biomechanics**, v. 47, n. 12, p. 2919–2924, 2014.
- DIENER, H. . et al. Quantification of postural sway in normals and patients with cerebellar diseases. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v. 57, n. 2, p. 134–142, fev. 1984.
- DINIZ, C. et al. Redução do limite de estabilidade direção-específica em indivíduos leve a moderadamente afetados pela doença de Parkinson. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 18, n. 4, p. 306–310, 2011.
- DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 3, p. 183–192, 2010.
- FERREIRA, A. DE S. et al. Augmented Movement Strategies for Postural Control in Patients With Spinocerebellar Ataxia Type 3: a Case-Control Study. **Revista Brasileira de Neurologia**, v. 52, n. 4, p. 18–26, 2016.
- FOGEL, B. L.; PERLMAN, S. Clinical features and molecular genetics of autosomal

recessive cerebellar ataxias. **The Lancet Neurology**, v. 6, n. 3, p. 245–257, mar. 2007.

FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **Journal of Psychiatric Research**, v. 12, n. 3, p. 189–198, 1975.

FONTEYN, E. M. R. et al. Gait & Posture Gait adaptability training improves obstacle avoidance and dynamic stability in patients with cerebellar degeneration. v. 40, p. 247–251, 2014.

GATEV, P. et al. Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. **Journal of Physiology**, v. 514, n. 3, p. 915–928, 1999.

HADDAD, J. M. et al. Task-dependent postural control throughout the lifespan. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 41, n. 2, p. 123–132, 2013.

HOCHMAN, B. et al. Desenhos de pesquisa. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 20, n. Supl. 2, p. 2–9, 2005.

HORAK, F. B. Clinical measurement of postural control in adults. **Physical Therapy**, v. 67, n. 12, p. 1881–1885, 1 dez. 1987.

ILG, W. et al. Intensive coordinative training improves motor performance in degenerative cerebellar disease. p. 1823–1830, 2009.

KAPTEYN, T. S. et al. Standardization in platform stabilometry being a part of posturography. **Agressologie: revue internationale de physio-biologie et de pharmacologie appliquees aux effets de l’agression**, v. 24, n. 7, p. 321–326, 1983a.

KAPTEYN, T. S. et al. Standardization in platform stabilometry being a part of posturography. **Agressologie**, v. 24, n. 7, p. 321–326, 1983b.

KLOCKGETHER, T.; MARIOTTI, C.; PAULSON, H. L. Spinocerebellar ataxia.

**Nature Reviews Disease Primers**, v. 5, n. 1, p. 24, 11 dez. 2019.

LEE, Y. et al. Cerebellar transcranial direct current stimulation in spinocerebellar ataxia type 3 ( SCA3-tDCS ): rationale and protocol of a study. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 18, n. 2, p. 433–442, 2013.

MARQUER, A.; BARBIERI, G.; PÉRENNOU, D. The assessment and treatment of postural disorders in cerebellar ataxia: A systematic review. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 57, n. 2, p. 67–78, mar. 2014.

MARSDEN, J.; HARRIS, C. Clinical Rehabilitation. 2011.

MARTINEAU, L.; NOREAU, A.; DUPRÉ, N. Therapies for ataxias. **Current Treatment Options in Neurology**, v. 16, n. 7, 2014.

MARTINS, C. P. et al. Physical therapy approach to spinocerebellar ataxia: a systematic review. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 20, n. 3, p. 283–291, 2013.

MARTINS, C. P. et al. Avaliação da distribuição do peso corporal em hemiparéticos: medidas posturográficas versus o instrumento Avaliação da Simetria e Transferência de Peso. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 27, n. 2, p. 168–173, 2020.

MASSION, J. Postural control system\_thesis. **Elseiver**, v. 4, n. 6, p. 877–887, 2017.

MATSUDA, P. N.; TAYLOR, C. S.; SHUMWAY-COOK, A. Evidence for the Validity of the Modified Dynamic Gait Index Across Diagnostic Groups. **Physical Therapy**, v. 94, n. 7, p. 996–1004, 1 jul. 2014.

MIYAMOTO, S. T. et al. Brazilian version of the Berg balance scale. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, n. 9, p. 1411–1421, 2004.

MUJDECI, B. et al. The effects of concurrent cognitive tasks on postural sway in healthy subjects. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 82, n. 1, p. 3–10, 2016.

NANETTI, L. et al. Stance instability in preclinical SCA1 mutation carriers: A 4-year

prospective posturography study. **Gait and Posture**, v. 57, n. May, p. 11–14, 2017.

NICHOLS, D. S. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. **Physical Therapy**, v. 77, n. 5, p. 553–558, 1997.

OLIVEIRA, L. A. S. DE et al. Partial Body Weight-Supported Treadmill Training in Spinocerebellar Ataxia. **Rehabilitation Research and Practice**, v. 2018, p. 1–8, 2018.

OLIVEIRA, L. F.; SIMPSON, D. M.; NADAL, J. Calculation of area of stabilometric signals using principal component analysis. **Physiol Meas**, v. 17, n. 4, p. 305–312, 1996.

PAAP, B. K. et al. Standardized Assessment of Hereditary Ataxia Patients in Clinical Studies. **Movement Disorders Clinical Practice**, v. 3, n. 3, p. 230–240, 2016a.

PAAP, B. K. et al. Avaliação padronizada de pacientes com ataxia hereditária em estudos clínicos. p. 230–240, 2016b.

PALMIERI, R. M. et al. Palmieri\_JoSRR\_2010. p. 51–66, 2002.

PERES, M.; SILVEIRA, E. DA. Efeito da reabilitação vestibular em idosos: quanto ao equilíbrio, qualidade de vida e percepção. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, n. 6, p. 2805–2814, 2010.

PORTO, C.; LEMOS, T.; FERREIRA, A. S. Analysis of the postural stabilization in the upright stance using optimization properties. **Biomedical Signal Processing and Control**, v. 52, p. 171–178, jul. 2019.

RAYMAKERS, J. A.; SAMSON, M. M.; VERHAAR, H. J. J. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). **Gait and Posture**, v. 21, n. 1, p. 48–58, 2005a.

RAYMAKERS, J. A.; SAMSON, M. M.; VERHAAR, H. J. J. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). **Gait and Posture**, v. 21, n. 1, p.

48–58, 2005b.

ROSSITER-FORNOFF, J. E. et al. A Cross-sectional Validation Study of the FICSIT Common Data Base Static Balance Measures. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 50A, n. 6, p. M291–M297, 1 nov. 1995.

RUHE, A.; FEJER, R.; WALKER, B. The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions - A systematic review of the literature. **Gait and Posture**, v. 32, n. 4, p. 436–445, 2010.

SANTOS, D. A.; DUARTE, M. A public data set of human balance evaluations. **PeerJ**, v. 4, p. e2648, 2 nov. 2016.

SCHWABOVA, J. et al. Uses of the postural stability test for differential diagnosis of hereditary ataxias. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 316, n. 1–2, p. 79–85, maio 2012.

SCHWABOVA, J. et al. Application of a Scale for the Assessment and Rating of Ataxia (SARA) in Friedreich's ataxia patients according to posturography is limited. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 341, n. 1–2, p. 64–67, jun. 2014.

SCOPPA, F. et al. Clinical stabilometry standardization. Basic definitions - Acquisition interval - Sampling frequency. **Gait and Posture**, v. 37, n. 2, p. 290–292, 2013.

SHAKKOTTAI, V. G.; FOGEL, B. L. Clinical Neurogenetics. **Neurologic Clinics**, v. 31, n. 4, p. 987–1007, nov. 2013.

SILVA, A. DA et al. Equilíbrio, coordenação e agilidade de idosos submetidos à prática de exercícios físicos resistidos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 2, p. 88–93, 2008.

SILVA, R. DE et al. Diretrizes para o diagnóstico e tratamento das ataxias

progressivas. v. 0, p. 1–10, 2019.

SULLIVAN, R. et al. Spinocerebellar ataxia: an update. **Journal of Neurology**, v. 266, n. 2, p. 533–544, 3 fev. 2019.

TEIVE, H. A. G.; ASHIZAWA, T. Primary and secondary ataxias. **Current Opinion in Neurology**, v. 28, n. 4, p. 413–422, 2015.

UNITED NATIONS. **United Nations Sustainable Development – 17 Goals to Transform Our World**. Disponível em:

<<https://www.un.org/sustainabledevelopment/>>. Acesso em: 31 maio. 2020.

VANDENBROUCKE, J. P. et al. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE). **Epidemiology**, v. 18, n. 6, p. 805–835, nov. 2007.

VELÁZQUEZ-PÉREZ, L. et al. Ataxia espinocerebelosa tipo 2 (parte A): epidemiología y características clínicas y genéticas. **Investigación en Discapacidad**, v. 3, n. 3, p. 114–122, 2014.

VIEIRA, T. M. M.; OLIVEIRA, L. F.; NADAL, J. Estimation procedures affect the center of pressure frequency analysis. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 42, n. 7, p. 665–673, 2009.

VISSER, J. E. et al. The clinical utility of posturography. **Clinical Neurophysiology**, v. 119, n. 11, p. 2424–2436, 2008.

WINTER, D. A.; PATLA, A. E.; FRANK, J. S. Assessment of balance control in humans. **Medical progress through technology**, v. 16, n. 1–2, p. 31–51, 1990.

WORLD HEALTH ORGANIZATION REGIONAL OFFICE FOR THE WESTERN PACIFIC. **Health Research Methodology: A Guide for Training in Research Methods**. 2nd. ed. Geneva: World Health Organization, 2001.

ZEIGELBOIM, B. S. et al. Audiological evaluation in spinocerebellar ataxia. **CODAS**,

v. 25, n. 4, p. 351–357, 2013a.

ZEIGELBOIM, B. S. et al. Reabilitação vestibular com realidade virtual na ataxia

espinocerebelar Vestibular rehabilitation with virtual reality in spinocerebellar ataxia.

v. 18, n. 2, p. 143–147, 2013b.

**Table 1: Characteristics of the studied samples.**

| <b>Variables</b>                                            | <b>Control<br/>group<br/>(n = 102)</b> | <b>SCA3<br/>group<br/>(n = 23)</b> | <b>P-<br/>value</b> |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Age, years                                                  | 44 ± 22                                | 47 ± 11                            | 0.411               |
| Sex, n (%)                                                  |                                        |                                    | 0.789               |
| Men                                                         | 34 (32%)                               | 7 (30%)                            |                     |
| Women                                                       | 68 (68%)                               | 16 (70%)                           |                     |
| <b>Anthropometry</b>                                        |                                        |                                    |                     |
| Body mass, kg                                               | 62.6 ± 7.9                             | 64.5 ± 13.4                        | 0.527               |
| Body height, m                                              | 1.64 ± 0.10                            | 1.62 ± 0.08                        | 0.410               |
| Body mass index, kg/m <sup>2</sup>                          | 23.5 ± 3.2                             | 24.6 ± 4.8                         | 0.309               |
| <b>Clinical assessments</b>                                 |                                        |                                    |                     |
| Time since diagnosis, years                                 | -                                      | 6 ± 4                              | NT                  |
| Mini-Mental State Exam, score                               | -                                      | 29 ± 1                             | NT                  |
| Ataxia stage 1                                              | -                                      | 17 (74%)                           | NT                  |
| Ataxia stage 2                                              | -                                      | 6 (26%)                            | NT                  |
| <b>Functional assessments</b>                               |                                        |                                    |                     |
| Scale for the Assessment and rating Ataxia<br>(SARA), score | -                                      | 11 ± 4                             | NT                  |
| Inventory for Non-Ataxia Signs (INAS), score                | -                                      | 3 ± 2                              | NT                  |
| Berg Balance Scale (BBS), score                             | -                                      | 45 ± 10                            | NT                  |
| Four Stage Balance Test (FSBT), s                           | -                                      | 1.6 ± 1.0                          | NT                  |
| Modified Dynamic Gait Index (mDGI), score                   | -                                      | 42 ± 12                            | NT                  |
| <b>Use of assistive devices</b>                             |                                        |                                    |                     |

---

|            |            |          |    |
|------------|------------|----------|----|
| None       | 102 (100%) | 17 (74%) | NT |
| Cane       | 0 (0)      | 4 (18%)  | NT |
| Wheelchair | 0 (0)      | 1 (4%)   | NT |
| Walking    | 0 (0)      | 1 (4%)   | NT |

---

NT: not tested

**Table 2: Comparisons of posturography variables between people with spinocerebellar ataxia (SCA3) and healthy subjects.**

| <b>Variables</b>              | <b>Control group (n = 102)</b> | <b>SCA3 group (n = 23)</b> | <b>P-value</b> |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------|
| <i>Area, cm<sup>2</sup></i>   | Interaction effect: <0.001     |                            |                |
| <i>Eyes open</i>              | 1.7 ± 1.6                      | 2.9 ± 3.0                  | Group: <0.001  |
| <i>Eyes closed</i>            | 1.9 ± 2.1                      | 6.4 ± 7.8                  | Vision: <0.001 |
| <i>Vavg, cm/s</i>             | Interaction effect: <0.001     |                            |                |
| <i>Eyes open</i>              | 0.9 ± 0.4                      | 1.5 ± 0.7                  | Group: <0.001  |
| <i>Eyes closed</i>            | 1.0 ± 0.5                      | 3.0 ± 2.2                  | Vision: <0.001 |
| <i>nHDR, n</i>                | Interaction effect: 0.415      |                            |                |
| <i>Eyes open</i>              | 2.0 ± 1.6                      | 3.0 ± 2.6                  | Group: <0.001  |
| <i>Eyes closed</i>            | 2.2 ± 1.8                      | 3.6 ± 2.8                  | Vision: 0.136  |
| <i>Spatial pattern, n (%)</i> |                                |                            |                |
| <i>Eyes open</i>              |                                |                            | 0.363          |
| Single-centered               | 55 (54%)                       | 10 (43%)                   |                |
| Double-centered               | 22 (22%)                       | 4 (17%)                    |                |
| Multi-centered                | 25 (25%)                       | 9 (39%)                    |                |
| <i>Eyes closed</i>            |                                |                            | 0.023          |
| Single-centered               | 47 (46%)                       | 9 (39%)                    |                |
| Double-centered               | 29 (28%)                       | 2 (9%)                     |                |
| Multi-centered                | 26 (25%)                       | 12 (52%)                   |                |

## Capítulo 4 Considerações Finais

---

### 4.1 Síntese

Em comparação com indivíduos saudáveis, pessoas com SCA3 tiveram maior deslocamento corporal e velocidade e estratégias de movimento tornozelo-quadril predominantemente aleatórias, principalmente sob restrições visuais. Não foi possível identificar uma relação entre a gravidade dos sintomas ou o tempo desde o diagnóstico com as alterações na estabilidade postural neste estudo.

### 4.2 Perspectivas para pesquisa

Estudos futuros poderão avaliar se há coexistência de estratégias de movimento do tornozelo e / ou quadril com estratégias de movimento em pé baseadas nos padrões espaciais do COP (BARACAT; DE SÁ FERREIRA, 2013). Os padrões espaciais podem ser identificados de forma confiável (DE SÁ FERREIRA; JUNQUEIRA FERRAZ BARACAT, 2014), mas até que ponto essa interpretação é acurada necessita de mais investigação.

## Referências

---

- ALBERTSEN, I. M. et al. Postural stability in young healthy subjects – Impact of reduced base of support, visual deprivation, dual tasking. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 33, n. 8, p. 27–33, 7 abr. 2017.
- ALEX, J. et al. Ataxia Rating Scales — Psychometric Profiles , Natural History and Their Application in Clinical Trials. 2011.
- ALMEIDA, O. P. Mini Exame Do Estado Mental e O Diagnóstico de Demência no Brasil. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 56, n. 3 B, p. 605–612, 1998.
- APRIGLIANO, F. et al. Acesso livre Efeitos de repetidas perturbações da tração da cintura na estabilidade da marcha em indivíduos com ataxia cerebelar. v. 0, p. 1–12, 2019.
- ARTIGAS, N. et al. Atendimento Fisioterapêutico para Indivíduos com Ataxia Espinocerebelar: Uma Revisão da Literatura. **Revista Neurociências**, v. 21, n. 1, p. 126–135, 16 abr. 2013.
- ASHIZAWA, T.; XIA, G. Ataxia Articles from Continuum : Lifelong Learning in Neurology are provided here courtesy of American Academy of Neurology. **Continuum (Mineap Minn)**, v. 22, n. 4 Movement Disorders, p. 1208–1226, 2016.
- AUSTIN, P. C.; STUART, E. A. The effect of a constraint on the maximum number of controls matched to each treated subject on the performance of full matching on the propensity score when estimating risk differences. **Statistics in Medicine**, v. 40, n. 1, p. 101–118, 2021.
- BAKKER, M. et al. Postural responses to multidirectional stance perturbations in cerebellar ataxia. **Experimental Neurology**, v. 202, n. 1, p. 21–35, nov. 2006.
- BALOH, R. W. et al. Static and dynamic posturography in patients with vestibular and cerebellar lesions. **Archives of Neurology**, v. 55, n. 5, p. 649–654, 1998.
- BARACAT, P. J. F.; DE SÁ FERREIRA, A. Postural tasks are associated with center of pressure spatial patterns of three-dimensional statokinesigrams in young and elderly healthy subjects. **Human Movement Science**, v. 32, n. 6, p. 1325–1338, 2013.
- BERG, K. O. et al. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. **Canadian journal of public health = Revue canadienne de sante publique**, v. 83 Suppl 2, n. Jul-Aug, p. S7-11, 1992.
- BRAGA-NETO, P. et al. Translation and validation into Brazilian version of the Scale of the Assessment and Rating of Ataxia (SARA). **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 68, n. 2, p. 228–230, 2010.
- BUNN, L. M. et al. Stance instability in spinocerebellar ataxia type 6. **Movement Disorders**, v. 28, n. 4, p. 510–516, abr. 2013.
- CENCI, D. R. et al. Análise do equilíbrio em pacientes diabéticos por meio do sistema F-Scan e da Escala de Equilíbrio de Berg. **Fisioterapia em Movimento**, v. 26, n. 1, p. 55–61, 2013.
- CZAPROWSKI, D. et al. Non-structural misalignments of body posture in the sagittal plane. **Scoliosis and Spinal Disorders**, v. 13, n. 1, p. 6, 5 dez. 2018.
- DANNA-DOS-SANTOS, A. et al. Visuo-postural dependency index (VPDI) in human postural control. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 13, n. 1, p. 7, 26 dez. 2021.
- DE CASTRO, S. M.; PERRACINI, M. R.; GANANÇA, F. F. Dynamic gait index - Brazilian version. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 72, n. 6, p. 817–

825, 2006.

DE SÁ FERREIRA, A.; JUNQUEIRA FERRAZ BARACAT, P. Test-retest reliability for assessment of postural stability using center of pressure spatial patterns of three-dimensional statokinesigrams in young health participants. **Journal of Biomechanics**, v. 47, n. 12, p. 2919–2924, 2014.

DIENER, H. . et al. Quantification of postural sway in normals and patients with cerebellar diseases. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v. 57, n. 2, p. 134–142, fev. 1984.

DINIZ, C. et al. Redução do limite de estabilidade direção-específica em indivíduos leve a moderadamente afetados pela doença de Parkinson. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 18, n. 4, p. 306–310, 2011.

DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 3, p. 183–192, 2010.

FERREIRA, A. DE S. et al. Augmented Movement Strategies for Postural Control in Patients With Spinocerebellar Ataxia Type 3: a Case-Control Study. **Revista Brasileira de Neurologia**, v. 52, n. 4, p. 18–26, 2016.

FOGEL, B. L.; PERLMAN, S. Clinical features and molecular genetics of autosomal recessive cerebellar ataxias. **The Lancet Neurology**, v. 6, n. 3, p. 245–257, mar. 2007.

FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **Journal of Psychiatric Research**, v. 12, n. 3, p. 189–198, 1975.

FONTEYN, E. M. R. et al. Gait & Posture Gait adaptability training improves obstacle avoidance and dynamic stability in patients with cerebellar degeneration. v. 40, p. 247–251, 2014.

GATEV, P. et al. Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. **Journal of Physiology**, v. 514, n. 3, p. 915–928, 1999.

HADDAD, J. M. et al. Task-dependent postural control throughout the lifespan. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 41, n. 2, p. 123–132, 2013.

HOCHMAN, B. et al. Desenhos de pesquisa. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 20, n. Supl. 2, p. 2–9, 2005.

HORAK, F. B. Clinical measurement of postural control in adults. **Physical Therapy**, v. 67, n. 12, p. 1881–1885, 1 dez. 1987.

ILG, W. et al. Intensive coordinative training improves motor performance in degenerative cerebellar disease. p. 1823–1830, 2009.

KAPTEYN, T. S. et al. Standardization in platform stabilometry being a part of posturography. **Agressologie: revue internationale de physio-biologie et de pharmacologie appliquees aux effets de l’agression**, v. 24, n. 7, p. 321–326, 1983a.

KAPTEYN, T. S. et al. Standardization in platform stabilometry being a part of posturography. **Agressologie**, v. 24, n. 7, p. 321–326, 1983b.

KLOCKGETHER, T.; MARIOTTI, C.; PAULSON, H. L. Spinocerebellar ataxia. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 5, n. 1, p. 24, 11 dez. 2019.

LEE, Y. et al. Cerebellar transcranial direct current stimulation in spinocerebellar ataxia type 3 ( SCA3-tDCS ): rationale and protocol of a study. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 18, n. 2, p. 433–442, 2013.

MARQUER, A.; BARBIERI, G.; PÉRENNOU, D. The assessment and treatment of postural disorders in cerebellar ataxia: A systematic review. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 57, n. 2, p. 67–78, mar. 2014.

- MARSDEN, J.; HARRIS, C. Clinical Rehabilitation. 2011.
- MARTINEAU, L.; NOREAU, A.; DUPRÉ, N. Therapies for ataxias. **Current Treatment Options in Neurology**, v. 16, n. 7, 2014.
- MARTINS, C. P. et al. Physical therapy approach to spinocerebellar ataxia: a systematic review. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 20, n. 3, p. 283–291, 2013.
- MARTINS, C. P. et al. Avaliação da distribuição do peso corporal em hemiparéticos: medidas posturográficas versus o instrumento Avaliação da Simetria e Transferência de Peso. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 27, n. 2, p. 168–173, 2020.
- MASSION, J. Postural control system\_thesis. **Elseiver**, v. 4, n. 6, p. 877–887, 2017.
- MATSUDA, P. N.; TAYLOR, C. S.; SHUMWAY-COOK, A. Evidence for the Validity of the Modified Dynamic Gait Index Across Diagnostic Groups. **Physical Therapy**, v. 94, n. 7, p. 996–1004, 1 jul. 2014.
- MIYAMOTO, S. T. et al. Brazilian version of the Berg balance scale. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, n. 9, p. 1411–1421, 2004.
- MUJDECI, B. et al. The effects of concurrent cognitive tasks on postural sway in healthy subjects. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 82, n. 1, p. 3–10, 2016.
- NANETTI, L. et al. Stance instability in preclinical SCA1 mutation carriers: A 4-year prospective posturography study. **Gait and Posture**, v. 57, n. May, p. 11–14, 2017.
- NICHOLS, D. S. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. **Physical Therapy**, v. 77, n. 5, p. 553–558, 1997.
- OLIVEIRA, L. A. S. DE et al. Partial Body Weight-Supported Treadmill Training in Spinocerebellar Ataxia. **Rehabilitation Research and Practice**, v. 2018, p. 1–8, 2018.
- OLIVEIRA, L. F.; SIMPSON, D. M.; NADAL, J. Calculation of area of stabilometric signals using principal component analysis. **Physiol Meas**, v. 17, n. 4, p. 305–312, 1996.
- PAAP, B. K. et al. Standardized Assessment of Hereditary Ataxia Patients in Clinical Studies. **Movement Disorders Clinical Practice**, v. 3, n. 3, p. 230–240, 2016a.
- PAAP, B. K. et al. Avaliação padronizada de pacientes com ataxia hereditária em estudos clínicos. p. 230–240, 2016b.
- PALMIERI, R. M. et al. Palmieri\_JoSR\_2010. p. 51–66, 2002.
- PERES, M.; SILVEIRA, E. DA. Efeito da reabilitação vestibular em idosos: quanto ao equilíbrio, qualidade de vida e percepção. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, n. 6, p. 2805–2814, 2010.
- PORTO, C.; LEMOS, T.; FERREIRA, A. S. Analysis of the postural stabilization in the upright stance using optimization properties. **Biomedical Signal Processing and Control**, v. 52, p. 171–178, jul. 2019.
- RAYMAKERS, J. A.; SAMSON, M. M.; VERHAAR, H. J. J. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). **Gait and Posture**, v. 21, n. 1, p. 48–58, 2005a.
- RAYMAKERS, J. A.; SAMSON, M. M.; VERHAAR, H. J. J. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). **Gait and Posture**, v. 21, n. 1, p. 48–58, 2005b.
- ROSSITER-FORNOFF, J. E. et al. A Cross-sectional Validation Study of the FICSIT Common Data Base Static Balance Measures. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 50A, n. 6, p. M291–M297, 1 nov. 1995.
- RUHE, A.; FEJER, R.; WALKER, B. The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions - A systematic review of the literature. **Gait**

- and Posture**, v. 32, n. 4, p. 436–445, 2010.
- SANTOS, D. A.; DUARTE, M. A public data set of human balance evaluations. **PeerJ**, v. 4, p. e2648, 2 nov. 2016.
- SCHWABOVA, J. et al. Uses of the postural stability test for differential diagnosis of hereditary ataxias. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 316, n. 1–2, p. 79–85, maio 2012.
- SCHWABOVA, J. et al. Application of a Scale for the Assessment and Rating of Ataxia (SARA) in Friedreich's ataxia patients according to posturography is limited. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 341, n. 1–2, p. 64–67, jun. 2014.
- SCOPPA, F. et al. Clinical stabilometry standardization. Basic definitions - Acquisition interval - Sampling frequency. **Gait and Posture**, v. 37, n. 2, p. 290–292, 2013.
- SHAKKOTTAI, V. G.; FOGEL, B. L. Clinical Neurogenetics. **Neurologic Clinics**, v. 31, n. 4, p. 987–1007, nov. 2013.
- SILVA, A. DA et al. Equilíbrio, coordenação e agilidade de idosos submetidos à prática de exercícios físicos resistidos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 2, p. 88–93, 2008.
- SILVA, R. DE et al. Diretrizes para o diagnóstico e tratamento das ataxias progressivas. v. 0, p. 1–10, 2019.
- SULLIVAN, R. et al. Spinocerebellar ataxia: an update. **Journal of Neurology**, v. 266, n. 2, p. 533–544, 3 fev. 2019.
- TEIVE, H. A. G.; ASHIZAWA, T. Primary and secondary ataxias. **Current Opinion in Neurology**, v. 28, n. 4, p. 413–422, 2015.
- UNITED NATIONS. **United Nations Sustainable Development – 17 Goals to Transform Our World**. Disponível em: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/>>. Acesso em: 31 maio. 2020.
- VANDENBROUCKE, J. P. et al. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE). **Epidemiology**, v. 18, n. 6, p. 805–835, nov. 2007.
- VELÁZQUEZ-PÉREZ, L. et al. Ataxia espinocerebelosa tipo 2 (parte A): epidemiología y características clínicas y genéticas. **Investigación en Discapacidad**, v. 3, n. 3, p. 114–122, 2014.
- VIEIRA, T. M. M.; OLIVEIRA, L. F.; NADAL, J. Estimation procedures affect the center of pressure frequency analysis. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 42, n. 7, p. 665–673, 2009.
- VISSER, J. E. et al. The clinical utility of posturography. **Clinical Neurophysiology**, v. 119, n. 11, p. 2424–2436, 2008.
- WINTER, D. A.; PATLA, A. E.; FRANK, J. S. Assessment of balance control in humans. **Medical progress through technology**, v. 16, n. 1–2, p. 31–51, 1990.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION REGIONAL OFFICE FOR THE WESTERN PACIFIC. **Health Research Methodology: A Guide for Training in Research Methods**. 2nd. ed. Geneva: World Health Organization, 2001.
- ZEIGELBOIM, B. S. et al. Audiological evaluation in spinocerebellar ataxia. **CODAS**, v. 25, n. 4, p. 351–357, 2013a.
- ZEIGELBOIM, B. S. et al. Reabilitação vestibular com realidade virtual na ataxia espinocerebelar Vestibular rehabilitation with virtual reality in spinocerebellar ataxia. v. 18, n. 2, p. 143–147, 2013b.

# Anexo 1 – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO E DE TRATAMENTO DE INDIVÍDUOS COM ATAXIA ESPINOCEREBELAR (SCA)

**Pesquisador:** Laura Alice Santos de Oliveira

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 96776818.4.0000.5235

**Instituição Proponente:** SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA

**Patrocinador Principal:** Capes Coordenação Aperf Pessoal Nível Superior

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.879.545

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de intervenção que propõe o estudo de técnicas fisioterapêuticas em pacientes com ataxia espinocerebelar. Serão avaliados aspectos funcionais como marcha e controle postural após adição de cargas externas durante as sessões de reabilitação.

#### Objetivo da Pesquisa:

Estudar o efeito agudo da adição de cargas externas e avaliar a aplicabilidade de um protocolo de exercícios sobre o equilíbrio estático e dinâmico (marcha) de indivíduos com SCA.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios são identificados pelos autores de acordo com o escopo do projeto

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa original e de grande relevância para área da fisioterapia neurológica. As sugestões realizadas não impedem o início imediato do projeto.

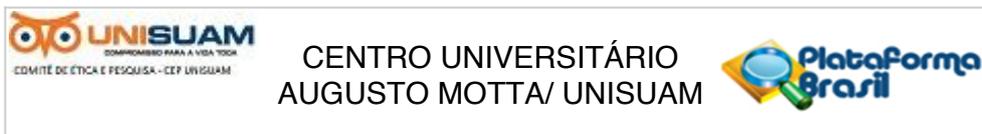
#### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos são apresentados adequadamente.

#### Recomendações:

Sugiro que os autores certifiquem-se de como poderiam gerenciar clinicamente possíveis intercorrências clínicas registradas como riscos do projeto. Isto é, como aconteceriam os devidos

**Endereço:** Av. Paris, 72 TEL: (21)3882-9797 ( Ramal: 1015)  
**Bairro:** Bonsucesso **CEP:** 21.041-010  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)3882-9797 **E-mail:** comitedeetica@unisiam.edu.br



Continuação do Parecer: 2.879.545

encaminhamentos para algum serviço de emergência ou avaliação clínica mais detalhada. Como os locais de realização das coletas são serviços que oferecem assistência clínica a outros pacientes com mesmo nível de complexidade, possivelmente já existe algum fluxo de encaminhamentos para gerenciamento clínico de intercorrências.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Sugiro que os autores certifiquem-se de como poderiam gerenciar clinicamente possíveis intercorrências clínicas registradas como riscos do projeto. Isto é, como aconteceriam os devidos encaminhamentos para algum serviço de emergência ou avaliação clínica mais detalhada. Como os locais de realização das coletas são serviços que oferecem assistência clínica a outros pacientes com mesmo nível de complexidade, possivelmente já existe algum fluxo de encaminhamentos para gerenciamento clínico de intercorrências. A sugestão não impede o início imediato do projeto.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

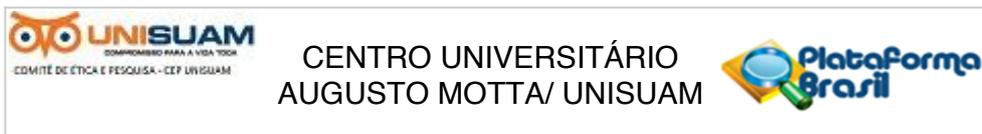
O projeto está aprovado.

Cabe ressaltar que o pesquisador se compromete em anexar na Plataforma Brasil um relatório ao final da realização da pesquisa. Pedimos a gentileza de utilizar o modelo de relatório final que se encontra na página eletrônica do CEP-UNISUAM (<http://www.unisuam.edu.br/index.php/introducao-comite-etica-em-pesquisa>). Além disso, em caso de evento adverso, cabe ao pesquisador relatar, também através da Plataforma Brasil.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento                                            | Arquivo                                       | Postagem               | Autor                          | Situação |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1202374.pdf | 23/08/2018<br>07:54:05 |                                | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.docx                                     | 23/08/2018<br>07:51:38 | Laura Alice Santos de Oliveira | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | projeto_detalhado_CEP.docx                    | 23/08/2018<br>07:48:56 | Laura Alice Santos de Oliveira | Aceito   |
| Folha de Rosto                                            | scan_2018_08_22_16_45_19_184.pdf              | 23/08/2018<br>07:48:04 | Laura Alice Santos de Oliveira | Aceito   |

**Endereço:** Av. Paris, 72 TEL: (21)3882-9797 ( Ramal: 1015)  
**Bairro:** Bonsucesso **CEP:** 21.041-010  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)3882-9797 **E-mail:** comitedeetica@unuam.edu.br



Continuação do Parecer: 2.879.545

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO DE JANEIRO, 06 de Setembro de 2018

---

**Assinado por:**  
**SUSANA ORTIZ COSTA**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Paris, 72 TEL: (21)3882-9797 ( Ramal: 1015)  
**Bairro:** Bonsucesso **CEP:** 21.041-010  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)3882-9797 **E-mail:** comitedeetica@unisuum.edu.br

## Anexo 2 – Scale for the Assessment and Rating of Ataxia (SARA)

Rater: \_\_\_\_\_ date: \_\_\_\_\_ patient: \_\_\_\_\_

### Scale for the assessment and rating of ataxia (SARA)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1) Gait</b></p> <p>Proband is asked (1) to walk at a safe distance parallel to a wall including a half-turn (turn around to face the opposite direction of gait) and (2) to walk in tandem (heels to toes) without support.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 Normal, no difficulties in walking, turning and walking tandem (up to one misstep allowed)</li> <li>1 Slight difficulties, only visible when walking 10 consecutive steps in tandem</li> <li>2 Clearly abnormal, tandem walking &gt;10 steps not possible</li> <li>3 Considerable staggering, difficulties in half-turn, but without support</li> <li>4 Marked staggering, intermittent support of the wall required</li> <li>5 Severe staggering, permanent support of one stick or light support by one arm required</li> <li>6 Walking &gt; 10 m only with strong support (two special sticks or stroller or accompanying person)</li> <li>7 Walking &lt; 10 m only with strong support (two special sticks or stroller or accompanying person)</li> <li>8 Unable to walk, even supported</li> </ul> | <p><b>2) Stance</b></p> <p>Proband is asked to stand (1) in natural position, (2) with feet together in parallel (big toes touching each other) and (3) in tandem (both feet on one line, no space between heel and toe). Proband does not wear shoes, eyes are open. For each condition, three trials are allowed. Best trial is rated.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 Normal, able to stand in tandem for &gt; 10 s</li> <li>1 Able to stand with feet together without sway, but not in tandem for &gt; 10s</li> <li>2 Able to stand with feet together for &gt; 10 s, but only with sway</li> <li>3 Able to stand for &gt; 10 s without support in natural position, but not with feet together</li> <li>4 Able to stand for &gt;10 s in natural position only with intermittent support</li> <li>5 Able to stand &gt;10 s in natural position only with constant support of one arm</li> <li>6 Unable to stand for &gt;10 s even with constant support of one arm</li> </ul> |
| <p><b>Score</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p><b>Score</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p><b>3) Sitting</b></p> <p>Proband is asked to sit on an examination bed without support of feet, eyes open and arms outstretched to the front.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 Normal, no difficulties sitting &gt;10 sec</li> <li>1 Slight difficulties, intermittent sway</li> <li>2 Constant sway, but able to sit &gt; 10 s without support</li> <li>3 Able to sit for &gt; 10 s only with intermittent support</li> <li>4 Unable to sit for &gt;10 s without continuous support</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p><b>4) Speech disturbance</b></p> <p>Speech is assessed during normal conversation.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 Normal</li> <li>1 Suggestion of speech disturbance</li> <li>2 Impaired speech, but easy to understand</li> <li>3 Occasional words difficult to understand</li> <li>4 Many words difficult to understand</li> <li>5 Only single words understandable</li> <li>6 Speech unintelligible / anarthria</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Score</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p><b>Score</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Rater: \_\_\_\_\_ date: \_\_\_\_\_ patient: \_\_\_\_\_

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| <b>5) Finger chase</b><br><b>Rated separately for each side</b><br>Proband sits comfortably. If necessary, support of feet and trunk is allowed. Examiner sits in front of proband and performs 5 consecutive sudden and fast pointing movements in unpredictable directions in a frontal plane, at about 50 % of proband's reach. Movements have an amplitude of 30 cm and a frequency of 1 movement every 2 s. Proband is asked to follow the movements with his index finger, as fast and precisely as possible. Average performance of last 3 movements is rated. |              |             | <b>6) Nose-finger test</b><br><b>Rated separately for each side</b><br>Proband sits comfortably. If necessary, support of feet and trunk is allowed. Proband is asked to point repeatedly with his index finger from his nose to examiner's finger which is in front of the proband at about 90 % of proband's reach. Movements are performed at moderate speed. Average performance of movements is rated according to the amplitude of the kinetic tremor.       |              |             |
| <b>0 No dysmetria</b><br><b>1 Dysmetria, under/ overshooting target &lt;5 cm</b><br><b>2 Dysmetria, under/ overshooting target &lt; 15 cm</b><br><b>3 Dysmetria, under/ overshooting target &gt; 15 cm</b><br><b>4 Unable to perform 5 pointing movements</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |             | <b>0 No tremor</b><br><b>1 Tremor with an amplitude &lt; 2 cm</b><br><b>2 Tremor with an amplitude &lt; 5 cm</b><br><b>3 Tremor with an amplitude &gt; 5 cm</b><br><b>4 Unable to perform 5 pointing movements</b>                                                                                                                                                                                                                                                 |              |             |
| <b>Score</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Right</b> | <b>Left</b> | <b>Score</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Right</b> | <b>Left</b> |
| mean of both sides (R+L)/2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |             | mean of both sides (R+L)/2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |             |
| <b>7) Fast alternating hand movements</b><br><b>Rated separately for each side</b><br>Proband sits comfortably. If necessary, support of feet and trunk is allowed. Proband is asked to perform 10 cycles of repetitive alternation of pro- and supinations of the hand on his/her thigh as fast and as precise as possible. Movement is demonstrated by examiner at a speed of approx. 10 cycles within 7 s. Exact times for movement execution have to be taken.                                                                                                    |              |             | <b>8) Heel-shin slide</b><br><b>Rated separately for each side</b><br>Proband lies on examination bed, without sight of his legs. Proband is asked to lift one leg, point with the heel to the opposite knee, slide down along the shin to the ankle, and lay the leg back on the examination bed. The task is performed 3 times. Slide-down movements should be performed within 1 s. If proband slides down without contact to shin in all three trials, rate 4. |              |             |
| <b>0 Normal, no irregularities (performs &lt;10s)</b><br><b>1 Slightly irregular (performs &lt;10s)</b><br><b>2 Clearly irregular, single movements difficult to distinguish or relevant interruptions, but performs &lt;10s</b><br><b>3 Very irregular, single movements difficult to distinguish or relevant interruptions, performs &gt;10s</b><br><b>4 Unable to complete 10 cycles</b>                                                                                                                                                                           |              |             | <b>0 Normal</b><br><b>1 Slightly abnormal, contact to shin maintained</b><br><b>2 Clearly abnormal, goes off shin up to 3 times during 3 cycles</b><br><b>3 Severely abnormal, goes off shin 4 or more times during 3 cycles</b><br><b>4 Unable to perform the task</b>                                                                                                                                                                                            |              |             |
| <b>Score</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Right</b> | <b>Left</b> | <b>Score</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Right</b> | <b>Left</b> |
| mean of both sides (R+L)/2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |             | mean of both sides (R+L) / 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |             |

## Anexo 3 – Inventory for Non-Ataxia Signs (INAS)

Rater: \_\_\_\_\_ date: \_\_\_\_\_ Patient code: \_\_\_\_\_

### Inventory of Non-Ataxia Signs (INAS)

*NA: not assessed / no information available Mod: moderate*

#### Part one: clinical findings

Please report the (undoubtedly) occurrence of signs also if abnormal findings occur only on one side

#### Reflexes

- |                            |                              |                                     |                                 |                          |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 1. Biceps (BTR)            | <input type="radio"/> normal | <input type="radio"/> hyperreflexia | <input type="radio"/> areflexia | <input type="radio"/> NA |
| 2. Patellar (PTR)          | <input type="radio"/> normal | <input type="radio"/> hyperreflexia | <input type="radio"/> areflexia | <input type="radio"/> NA |
| 3. Achilles (ATR)          | <input type="radio"/> normal | <input type="radio"/> hyperreflexia | <input type="radio"/> areflexia | <input type="radio"/> NA |
| 4. Extensor plantar reflex | <input type="radio"/> none   | <input type="radio"/> unilateral    | <input type="radio"/> bilateral | <input type="radio"/> NA |

#### Motor symptoms

- |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>5. Spasticity</b>                                                      | None                  | Mild                  | Mod                   | Severe                | NA                    |
| Gait                                                                      | <input type="radio"/> |
| Upper Limbs                                                               | <input type="radio"/> |
| Lower Limbs                                                               | <input type="radio"/> |
| <b>6. Paresis</b>                                                         | None                  | Mild                  | Mod                   | Severe                | NA                    |
| Face/tongue                                                               | <input type="radio"/> |
| UL proximal                                                               | <input type="radio"/> |
| UL distal                                                                 | <input type="radio"/> |
| LL proximal                                                               | <input type="radio"/> |
| LL distal                                                                 | <input type="radio"/> |
| <b>7. Muscle atrophy</b>                                                  | None                  | Mild                  | Mod                   | Severe                | NA                    |
| Face/tongue                                                               | <input type="radio"/> |
| UL proximal                                                               | <input type="radio"/> |
| UL distal                                                                 | <input type="radio"/> |
| LL proximal                                                               | <input type="radio"/> |
| LL distal                                                                 | <input type="radio"/> |
| <b>8. Fasciculations</b>                                                  | None                  | Mild                  | Mod                   | Severe                | NA                    |
| Face/tongue                                                               | <input type="radio"/> |
| Upper Limbs                                                               | <input type="radio"/> |
| Lower Limbs                                                               | <input type="radio"/> |
| <b>9. Myoclonus</b>                                                       | None                  | Mild                  | Mod                   | Severe                | NA                    |
| Face/tongue                                                               | <input type="radio"/> |
| Trunk                                                                     | <input type="radio"/> |
| Upper Limbs                                                               | <input type="radio"/> |
| Lower Limbs                                                               | <input type="radio"/> |
| <b>10. Rigidity</b> (should be obvious without movement of opposite limb) | None                  | Mild                  | Mod                   | Severe                | NA                    |
| Axial                                                                     | <input type="radio"/> |
| Upper Limbs                                                               | <input type="radio"/> |
| Lower Limbs                                                               | <input type="radio"/> |
| <b>11. Chorea/Dyskinesia</b>                                              | None                  | Mild                  | Mod                   | Severe                | NA                    |
| Face/tongue                                                               | <input type="radio"/> |
| Neck                                                                      | <input type="radio"/> |
| Trunk                                                                     | <input type="radio"/> |
| Upper Limbs                                                               | <input type="radio"/> |
| Lower Limbs                                                               | <input type="radio"/> |
| <b>12. Dystonia</b>                                                       | None                  | Mild                  | Mod                   | Severe                | NA                    |
| Face/tongue                                                               | <input type="radio"/> |
| Neck                                                                      | <input type="radio"/> |
| Trunk                                                                     | <input type="radio"/> |
| Upper Limbs                                                               | <input type="radio"/> |
| Lower Limbs                                                               | <input type="radio"/> |
| <b>13. Resting tremor</b>                                                 | None                  | Mild                  | Mod                   | Severe                | NA                    |
|                                                                           | <input type="radio"/> |

Rater: \_\_\_\_\_ date: \_\_\_\_\_ Patient code: \_\_\_\_\_

### Sensory symptoms

- | 14. Impaired vibration sense (tested at malleolus ext) | None<br>(8/8)         | Mild<br>(>5/8)        | Mod<br>(2-5/8)        | Severe<br>(<2/8)      | NA                    |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Right foot                                             | <input type="radio"/> |
| Left foot                                              | <input type="radio"/> |

### Ophthalmological findings

#### Testing of fixation and smooth pursuit

- |                                                 | No                    | Yes                   | NA                    |
|-------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 15. Broken up smooth pursuit                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16. Square wave jerks on fixation               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 17. Downbeat-nystagmus on fixation              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 18. Gaze evoked-nystagmus on horizontal testing | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 19. Gaze evoked-nystagmus on vertical testing   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 20. Ophthalmoparesis on horizontal gaze         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 21. Ophthalmoparesis on vertical gaze           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

#### Testing of fast saccades

- |                          | No                    | Yes                   | NA                    |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 22. Slowing of saccades  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 23. Hypometric saccades  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 24. Hypermetric saccades | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

#### Testing of visual function

- |                                                                                                 |                       |                       |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 25. Impaired visual acuity (loss of visual acuity <0.6 for binocular sight in distance testing) | No                    | Yes                   | NA                    |
|                                                                                                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

### Part Two: reported abnormalities

- |                                                  |                               |                               |                              |                                               |                             |
|--------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|
| 26. Double vision                                | None<br><input type="radio"/> | Mild<br><input type="radio"/> | Mod<br><input type="radio"/> | Severe/constant<br><input type="radio"/>      | NA<br><input type="radio"/> |
| 27. Dysphagia                                    | None<br><input type="radio"/> | Mild<br><input type="radio"/> | Mod<br><input type="radio"/> | Severe/ tube feeding<br><input type="radio"/> | NA<br><input type="radio"/> |
| 28. Urinary dysfunction                          | None<br><input type="radio"/> | Mild<br><input type="radio"/> | Mod<br><input type="radio"/> | Severe/ catheter<br><input type="radio"/>     | NA<br><input type="radio"/> |
| 29. Cognitive impairment (according to examiner) | None<br><input type="radio"/> | Mild<br><input type="radio"/> | Mod<br><input type="radio"/> | Severe<br><input type="radio"/>               | NA<br><input type="radio"/> |

#### 30. Other clinical findings or reported abnormalities

(free text) \_\_\_\_\_

Rater: \_\_\_\_\_ date: \_\_\_\_\_ Patient code: \_\_\_\_\_

### INAS count

The INAS can be used for clinical description, but is not used as a scale and it is not appropriate to use sum scores.

However, the INAS can be transformed in a set of 16 binary variables

- rated as "present", if at least one corresponding item or location is rated as mild OR moderate OR severe.
- rated as "absent" if ALL corresponding items or locations are rated as normal
- rated as missing if at least one corresponding item or location is missing AND other corresponding items or locations rated as normal.

The 16 variables are grouped from the INAS form as follows:

|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| 1 Hyperreflexia               | items 1, 2, 3    |
| 2 Areflexia                   | items 1, 2, 3    |
| 3 Extensor plantar            | item 4           |
| 4 Spasticity                  | item 5           |
| 5 Paresis                     | item 6           |
| 6 Muscle atrophy              | item 7           |
| 7 Fasciculations              | item 8           |
| 8 Myoclonus                   | item 9           |
| 9 Rigidity                    | item 10          |
| 10 Chorea/dyskinesia          | item 11          |
| 11 Dystonia                   | item 12          |
| 12 Resting tremor             | item 13          |
| 13 Sensory symptoms           | item 14          |
| 14 Urinary dysfunction        | item 28          |
| 15 Cognitive dysfunction      | item 29          |
| 16 Brainstem oculomotor signs | items 20, 21, 22 |

These 16 binary variables can be summed up to a simple sum score, the **INAS count**, that can be used as a semiquantitative variable of extracerebellar involvement in SCA.

# Anexo 4 – Berg Balance Scale (EEB)

Brazilian version of the Berg balance scale

1419

## Appendix 1

### BRAZILIAN-PORTUGUESE VERSION OF THE BERG BALANCE SCALE

Escala de equilíbrio funcional de Berg - Versão Brasileira

Nome \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_  
Local \_\_\_\_\_ Avaliador \_\_\_\_\_

#### Descrição do item ESCORE (0-4)

- |       |                                            |       |
|-------|--------------------------------------------|-------|
| 1.    | Posição sentada para posição em pé         | _____ |
| 2.    | Permanecer em pé sem apoio                 | _____ |
| 3.    | Permanecer sentado sem apoio               | _____ |
| 4.    | Posição em pé para posição sentada         | _____ |
| 5.    | Transferências                             | _____ |
| 6.    | Permanecer em pé com os olhos fechados     | _____ |
| 7.    | Permanecer em pé com os pés juntos         | _____ |
| 8.    | Alcançar a frente com os braços estendidos | _____ |
| 9.    | Pegar um objeto do chão                    | _____ |
| 10.   | Virar-se para olhar para trás              | _____ |
| 11.   | Girar 360 graus                            | _____ |
| 12.   | Posicionar os pés alternadamente no degrau | _____ |
| 13.   | Permanecer em pé com um pé à frente        | _____ |
| 14.   | Permanecer em pé sobre um pé               | _____ |
| Total |                                            | _____ |

#### Instruções gerais

Por favor, demonstrar cada tarefa e/ou dar as instruções como estão descritas. Ao pontuar, registrar a categoria de resposta mais baixa, que se aplica a cada item.

Na maioria dos itens, pede-se ao paciente para manter uma determinada posição durante um tempo específico. Progressivamente mais pontos são deduzidos, se o tempo ou a distância não forem atingidos, se o paciente precisar de supervisão (o examinador necessita ficar bem próximo do paciente) ou fizer uso de apoio externo ou receber ajuda do examinador. Os pacientes devem entender que eles precisam manter o equilíbrio enquanto realizam as tarefas. As escolhas sobre qual perna ficar em pé ou qual distância alcançar ficarão a critério do paciente. Um julgamento pobre irá influenciar adversamente o desempenho e o escore do paciente.

Os equipamentos necessários para realizar os testes são um cronômetro ou um relógio com ponteiro de segundos e uma régua ou outro indicador de: 5, 12,5 e 25 cm. As cadeiras utilizadas para o teste devem ter uma altura adequada. Um banquinho ou uma escada (com degraus de altura padrão) podem ser usados para o item 12.

#### 1. Posição sentada para posição em pé

Instruções: Por favor, levante-se. Tente não usar suas mãos para se apoiar.

- ( ) 4 capaz de levantar-se sem utilizar as mãos e estabilizar-se independentemente  
 ( ) 3 capaz de levantar-se independentemente utilizando as mãos  
 ( ) 2 capaz de levantar-se utilizando as mãos após diversas tentativas  
 ( ) 1 necessita de ajuda mínima para levantar-se ou estabilizar-se  
 ( ) 0 necessita de ajuda moderada ou máxima para levantar-se

#### 2. Permanecer em pé sem apoio

Instruções: Por favor, fique em pé por 2 minutos sem se apoiar.

- ( ) 4 capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos  
 ( ) 3 capaz de permanecer em pé por 2 minutos com supervisão  
 ( ) 2 capaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio  
 ( ) 1 necessita de várias tentativas para permanecer em pé por 30 segundos sem apoio  
 ( ) 0 incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio

Se o paciente for capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, dê o número total de pontos para o item No. 3. Continue com o item No. 4.

**3. Permanecer sentado sem apoio nas costas, mas com os pés apoiados no chão ou num banquinho**

Instruções: Por favor, fique sentado sem apoiar as costas com os braços cruzados por 2 minutos.

- 4 capaz de permanecer sentado com segurança e com firmeza por 2 minutos
- 3 capaz de permanecer sentado por 2 minutos sob supervisão
- 2 capaz de permanecer sentado por 30 segundos
- 1 capaz de permanecer sentado por 10 segundos
- 0 incapaz de permanecer sentado sem apoio durante 10 segundos

**4. Posição em pé para posição sentada**

Instruções: Por favor, sente-se.

- 4 senta-se com segurança com uso mínimo das mãos
- 3 controla a descida utilizando as mãos
- 2 utiliza a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida
- 1 senta-se independentemente, mas tem descida sem controle
- 0 necessita de ajuda para sentar-se

**5. Transferências**

Instruções: Arrume as cadeiras perpendicularmente ou uma de frente para a outra para uma transferência em pivô. Peça ao paciente para transferir-se de uma cadeira com apoio de braço para uma cadeira sem apoio de braço, e vice-versa. Você poderá utilizar duas cadeiras (uma com e outra sem apoio de braço) ou uma cama e uma cadeira.

- 4 capaz de transferir-se com segurança com uso mínimo das mãos
- 3 capaz de transferir-se com segurança com o uso das mãos
- 2 capaz de transferir-se seguindo orientações verbais e/ou supervisão
- 1 necessita de uma pessoa para ajudar
- 0 necessita de duas pessoas para ajudar ou supervisionar para realizar a tarefa com segurança

**6. Permanecer em pé sem apoio com os olhos fechados**

Instruções: Por favor, fique em pé e feche os olhos por 10 segundos.

- 4 capaz de permanecer em pé por 10 segundos com segurança
- 3 capaz de permanecer em pé por 10 segundos com supervisão
- 2 capaz de permanecer em pé por 3 segundos
- 1 incapaz de permanecer com os olhos fechados durante 3 segundos, mas mantém-se em pé
- 0 necessita de ajuda para não cair

**7. Permanecer em pé sem apoio com os pés juntos**

Instruções: Junte seus pés e fique em pé sem se apoiar.

- 4 capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com segurança
- 3 capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com supervisão
- 2 capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 30 segundos
- 1 necessita de ajuda para posicionar-se, mas é capaz de permanecer com os pés juntos durante 15 segundos
- 0 necessita de ajuda para posicionar-se e é incapaz de permanecer nessa posição por 15 segundos

**8. Alcançar a frente com o braço estendido permanecendo em pé**

Instruções: Levante o braço a 90°. Estique os dedos e tente alcançar a frente o mais longe possível. (O examinador posiciona a régua no fim da ponta dos dedos quando o braço estiver a 90°. Ao serem esticados para frente, os dedos não devem tocar a régua. A medida a ser registrada é a distância que os dedos conseguem alcançar quando o paciente se inclina para frente o máximo que ele consegue. Quando possível, peça ao paciente para usar ambos os braços para evitar rotação do tronco).

- 4 pode avançar à frente mais que 25 cm com segurança
- 3 pode avançar à frente mais que 12,5 cm com segurança
- 2 pode avançar à frente mais que 5 cm com segurança
- 1 pode avançar à frente, mas necessita de supervisão
- 0 perde o equilíbrio na tentativa, ou necessita de apoio externo

**9. Pegar um objeto do chão a partir de uma posição em pé**

Instruções: Pegue o sapato/chinelo que está na frente dos seus pés.

- 4 capaz de pegar o chinelo com facilidade e segurança
- 3 capaz de pegar o chinelo, mas necessita de supervisão
- 2 incapaz de pegá-lo, mas se estica até ficar a 2-5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio independentemente

- ( ) 1 incapaz de pegá-lo, necessitando de supervisão enquanto está tentando
- ( ) 0 incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

**10. Virar-se e olhar para trás por cima dos ombros direito e esquerdo enquanto permanece em pé**

Instruções: Vire-se para olhar diretamente atrás de você por cima do seu ombro esquerdo sem tirar os pés do chão. Faça o mesmo por cima do ombro direito.  
(O examinador poderá pegar um objeto e posicioná-lo diretamente atrás do paciente para estimular o movimento)

- ( ) 4 olha para trás de ambos os lados com uma boa distribuição do peso
- ( ) 3 olha para trás somente de um lado, o lado contrário demonstra menor distribuição do peso
- ( ) 2 vira somente para os lados, mas mantém o equilíbrio
- ( ) 1 necessita de supervisão para virar
- ( ) 0 necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

**11. Girar 360 graus**

Instruções: Gire-se completamente ao redor de si mesmo. Pausa. Gire-se completamente ao redor de si mesmo em sentido contrário.

- ( ) 4 capaz de girar 360 graus com segurança em 4 segundos ou menos
- ( ) 3 capaz de girar 360 graus com segurança somente para um lado em 4 segundos ou menos
- ( ) 2 capaz de girar 360 graus com segurança, mas lentamente
- ( ) 1 necessita de supervisão próxima ou orientações verbais
- ( ) 0 necessita de ajuda enquanto gira

**12. Posicionar os pés alternadamente no degrau ou banquinho enquanto permanece em pé sem apoio**

Instruções: Toque cada pé alternadamente no degrau/banquinho. Continue até que cada pé tenha tocado o degrau/banquinho quatro vezes.

- ( ) 4 capaz de permanecer em pé independentemente e com segurança, completando 8 movimentos em 20 segundos
- ( ) 3 capaz de permanecer em pé independentemente e completar 8 movimentos em mais que 20 segundos
- ( ) 2 capaz de completar 4 movimentos sem ajuda
- ( ) 1 capaz de completar mais que 2 movimentos com o mínimo de ajuda
- ( ) 0 incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair

**13. Permanecer em pé sem apoio com um pé à frente**

Instruções: (demonstre para o paciente) Coloque um pé diretamente à frente do outro na mesma linha; se você achar que não irá conseguir, coloque o pé um pouco mais à frente do outro pé e levemente para o lado.

- ( ) 4 capaz de colocar um pé imediatamente à frente do outro, independentemente, e permanecer por 30 segundos
- ( ) 3 capaz de colocar um pé um pouco mais à frente do outro e levemente para o lado, independentemente, e permanecer por 30 segundos
- ( ) 2 capaz de dar um pequeno passo, independentemente, e permanecer por 30 segundos
- ( ) 1 necessita de ajuda para dar o passo, porém permanece por 15 segundos
- ( ) 0 perde o equilíbrio ao tentar dar um passo ou ficar de pé

**14. Permanecer em pé sobre uma perna**

Instruções: Fique em pé sobre uma perna o máximo que você puder sem se segurar.

- ( ) 4 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 10 segundos
  - ( ) 3 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por 5-10 segundos
  - ( ) 2 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 3 segundos
  - ( ) 1 tenta levantar uma perna, mas é incapaz de permanecer por 3 segundos, embora permaneça em pé independentemente
  - ( ) 0 incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair
- ( ) Escore total (Máximo = 56)

## Anexo 5 – 4-Stage Balance Test (FSBT)

### ASSESSMENT CONTINUED

# The 4-Stage Balance Test

Patient \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_

Time \_\_\_\_\_  AM  PM

#### Instructions to the patient:

- I'm going to show you four positions.
- Try to stand in each position for 10 seconds.
- You can hold your arms out, or move your body to help keep your balance, but don't move your feet.
- For each position I will say, "Ready, begin." Then, I will start timing. After 10 seconds, I will say, "Stop."

|                                                                                     |                                                                                 |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|   | ① Stand with your feet side-by-side.                                            | Time: _____ seconds |
|  | ② Place the instep of one foot so it is touching the big toe of the other foot. | Time: _____ seconds |
|  | ③ Tandem stand: Place one foot in front of the other, heel touching toe.        | Time: _____ seconds |
|  | ④ Stand on one foot.                                                            | Time: _____ seconds |

#### Notes:

---



---



---



---

CDC's STEADI tools and resources can help you screen, assess, and intervene to reduce your patient's fall risk. For more information, visit [www.cdc.gov/steadi](http://www.cdc.gov/steadi)



Centers for Disease  
Control and Prevention  
National Center for Injury  
Prevention and Control

2017

**STEADI** Stopping Elderly Accidents,  
Deaths & Injuries

## Anexo 6 – Modified Dynamic Gait Index (mDGI)

Quadro 2. Versão Brasileira final do DGI

| DGI - QUARTA VERSÃO BRASILEIRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1- Marcha em superfície plana</b> ____</p> <p>Instruções: Ande em sua velocidade normal, daqui até a próxima marca (6 metros).<br/>Classificação: Marque a menor categoria que se aplica</p> <p>(3) Normal: Anda 6 metros, sem dispositivos de auxílio, em boa velocidade, sem evidência de desequilíbrio, marcha em padrão normal.<br/>(2) Comprometimento leve: Anda 6 metros, velocidade lenta, marcha com mínimos desvios, ou utiliza dispositivos de auxílio à marcha.<br/>(1) Comprometimento moderado: Anda 6 metros, velocidade lenta, marcha em padrão anormal, evidência de desequilíbrio.<br/>(0) Comprometimento grave: Não conseguem andar 6 metros sem auxílio, grandes desvios da marcha ou desequilíbrio.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>2. Mudança de velocidade da marcha</b> ____</p> <p>Instruções: Comece andando no seu passo normal (1,5 metros), quando eu falar "rápido", ande o mais rápido que você puder (1,5 metros). Quando eu falar "devagar", ande o mais devagar que você puder (1,5 metros). Classificação: Marque a menor categoria que se aplica</p> <p>(3) Normal: É capaz de alterar a velocidade da marcha sem perda de equilíbrio ou desvios. Mostra diferença significativa na marcha entre as velocidades normal, rápido e devagar.<br/>(2) Comprometimento leve: É capaz de mudar de velocidade mas apresenta discretos desvios da marcha, ou não tem desvios mas não consegue mudar significativamente a velocidade da marcha, ou utiliza um dispositivo de auxílio à marcha.<br/>(1) Comprometimento moderado: Só realiza pequenos ajustes na velocidade da marcha, ou consegue mudar a velocidade com importantes desvios na marcha, ou muda de velocidade e perde o equilíbrio, mas consegue recuperá-lo e continuar andando.<br/>(0) Comprometimento grave: Não consegue mudar de velocidade, ou perde o equilíbrio e procura apoio na parede, ou necessita ser amparado</p>                                                     |
| <p><b>3. Marcha com movimentos horizontais (rotação) da cabeça</b> ____</p> <p>Instruções: Comece andando no seu passo normal. Quando eu disser "olhe para a direita", vire a cabeça para o lado direito e continue andando para frente até que eu diga "olhe para a esquerda", então vire a cabeça para o lado esquerdo e continue andando. Quando eu disser "olhe para frente", continue andando e volte a olhar para frente. Classificação: Marque a menor categoria que se aplica</p> <p>(3) Normal: Realiza as rotações da cabeça suavemente, sem alteração da marcha.<br/>(2) Comprometimento leve: Realiza as rotações da cabeça suavemente, com leve alteração da velocidade da marcha, ou seja, com mínima alteração da progressão da marcha, ou utiliza dispositivo de auxílio à marcha.<br/>(1) Comprometimento moderado: Realiza as rotações da cabeça com moderada alteração da velocidade da marcha, diminui a velocidade, ou cambaleia mas se recupera e consegue continuar a andar.<br/>(0) Comprometimento grave: Realiza a tarefa com grave distúrbio da marcha, ou seja, cambaleando para fora do trajeto (cerca de 38cm), perde o equilíbrio, pára, procura apoio na parede, ou precisa ser amparado.</p> |
| <p><b>4. Marcha com movimentos verticais (rotação) da cabeça</b> ____</p> <p>Instruções: Comece andando no seu passo normal. Quando eu disser "olhe para cima", levante a cabeça e olhe para cima. Continue andando para frente até que eu diga "olhe para baixo" então incline a cabeça para baixo e continue andando. Quando eu disser "olhe para frente", continue andando e volte a olhar para frente.<br/>Classificação: Marque a menor categoria que se aplica</p> <p>(3) Normal: Realiza as rotações da cabeça sem alteração da marcha.<br/>(2) Comprometimento leve: Realiza a tarefa com leve alteração da velocidade da marcha, ou seja, com mínima alteração da progressão da marcha, ou utiliza dispositivo de auxílio à marcha.<br/>(1) Comprometimento moderado: Realiza a tarefa com moderada alteração da velocidade da marcha, diminui a velocidade, ou cambaleia mas se recupera e consegue continuar a andar.<br/>(0) Comprometimento grave: Realiza a tarefa com grave distúrbio da marcha, ou seja, cambaleando para fora do trajeto (cerca de 38cm), perde o equilíbrio, pára, procura apoio na parede, ou precisa ser amparado.</p>                                                                    |
| <p><b>5. Marcha e giro sobre o próprio eixo corporal (pivô)</b> ____</p> <p>Instruções: Comece andando no seu passo normal. Quando eu disser "vire-se e pare", vire-se o mais rápido que puder para a direção oposta e permaneça parado de frente para (este ponto) seu ponto de partida".<br/>Classificação: Marque a menor categoria que se aplica</p> <p>(3) Normal: Gira o corpo com segurança em até 3 segundos e pára rapidamente sem perder o equilíbrio.<br/>(2) Comprometimento leve: Gira o corpo com segurança em um tempo maior que 3 segundos e pára sem perder o equilíbrio.<br/>(1) Comprometimento moderado: Gira lentamente, precisa dar vários passos pequenos até recuperar o equilíbrio após girar o corpo e parar, ou precisa de dicas verbais.<br/>(0) Comprometimento grave: Não consegue girar o corpo com segurança, perde o equilíbrio, precisa de ajuda para virar-se e parar.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p><b>6. Passar por cima de obstáculo</b> ____</p> <p>Instruções: Comece andando em sua velocidade normal. Quando chegar à caixa de sapatos, passe por cima dela, não a contorne, e continue andando. Classificação: Marque a menor pontuação que se aplica</p> <p>(3) Normal: É capaz de passar por cima da caixa sem alterar a velocidade da marcha, não há evidência de desequilíbrio.<br/>(2) Comprometimento leve: É capaz de passar por cima da caixa, mas precisa diminuir a velocidade da marcha e ajustar os passos para</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

---

**Quadro 2.** continuação

conseguir ultrapassar a caixa com segurança.

(1) Comprometimento moderado: É capaz de passar por cima da caixa, mas precisa parar e depois transpor o obstáculo. Pode precisar de dicas verbais.

(0) Comprometimento grave: Não consegue realizar a tarefa sem ajuda.

**7. Contornar obstáculos**

Instruções: Comece andando na sua velocidade normal e contorne os cones. Quando chegar no primeiro cone (cerca de 1,8 metros), contorne-o pela direita, continue andando e passe pelo meio deles, ao chegar no segundo cone (cerca de 1,8 m depois do primeiro), contorne-o pela esquerda.

Classificação: Marque a menor categoria que se aplica

(3) Normal: É capaz de contornar os cones com segurança, sem alteração da velocidade da marcha. Não há evidência de desequilíbrio.

(2) Comprometimento leve: É capaz de contornar ambos os cones, mas precisa diminuir o ritmo da marcha e ajustar os passos para não bater nos cones.

(1) Comprometimento moderado: É capaz de contornar os cones sem bater neles, mas precisa diminuir significativamente a velocidade da marcha para realizar a tarefa, ou precisa de dicas verbais.

(0) Comprometimento grave: É incapaz de contornar os cones; bate em um deles ou em ambos, ou precisa ser amparado.

**8. Subir e descer degraus**

Instruções: Suba estas escadas como você faria em sua casa (ou seja, usando o corrimão, se necessário). Quando chegar ao topo, vire-se e desça.

Classificação: Marque a menor categoria que se aplica

(3) Normal: Alterna os pés, não usa o corrimão.

(2) Comprometimento leve: Alterna os pés, mas precisa usar o corrimão.

(1) Comprometimento moderado: Coloca os dois pés em cada degrau; precisa usar o corrimão.

(0) Comprometimento grave: Não consegue realizar a tarefa com segurança.

# Anexo 7 – Comprovante de Submissão do Manuscrito

---

**De:** em@editorialmanager.com  
**Assunto:** Submission Confirmation  
**Data:** 10 de setembro de 2021 10:56  
**Para:** Arthur Sá Ferreira arthurde@souunisuam.com.br

---

Title: Body Sway and Movement Strategies for Control of Postural Stability in People with Spinocerebellar Ataxia Type 3: A Cross-sectional Study  
Parkinsonism and Related Disorders  
Full Length Article

Dear Dr. Ferreira,

Please do not respond to this email by using the reply button.

Your submission entitled "Body Sway and Movement Strategies for Control of Postural Stability in People with Spinocerebellar Ataxia Type 3: A Cross-sectional Study" has been received by Parkinsonism and Related Disorders

You may check on the progress of your paper by logging on to the Editorial Manager as an author. The URL is <https://www.editorialmanager.com/parkreldis/>.  
Your username is: arthur\_sf@icloud.com  
If you need to retrieve password details please go to:  
<https://www.editorialmanager.com/parkreldis/1.asp?i=407845&l=8FX6SN6I>

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Editorial Manager  
Parkinsonism and Related Disorders

#AU\_PARKRELDIS#

To ensure this email reaches the intended recipient, please do not delete the above code

---

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL:  
<https://www.editorialmanager.com/parkreldis/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you have any questions.