

“ESTADO DA ARTE” DAS ESCALAS DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇONelson Kautzner Marques Junior¹**RESUMO**

Em 1860, Gustav Fechner fundou a psicofísica que se baseava na detecção subjetiva da sensação e da percepção de um estímulo no indivíduo. Baseado na psicofísica, mas com o intuito de utilizar uma escala para a percepção subjetiva de esforço (PSE) durante o exercício, Borg elaborou nos anos 60 uma escala para monitorar a intensidade do esforço físico. O artigo de revisão tem o objetivo de apresentar o “estado da arte” das escalas de PSE. Nesta revisão de literatura foram selecionadas pesquisas sobre as escalas de PSE que investigaram esse instrumento durante o exercício. A coleta dos estudos aconteceu no buscador Bireme, PubMed, Google Acadêmico e nos Periódicos CAPES. Os resultados da revisão mostraram que nos anos 60 a 90, a maioria dos estudos foi sobre a PSE no exercício e sobre a linearidade da escala de Borg em relação a alguma medida fisiológica. Em 1990, a escala de Borg foi utilizada para a prescrição da sessão. Nos anos 2000, a maioria das pesquisas se concentra na PSE durante o exercício e na linearidade entre a escala de Borg e determinadas medidas fisiológicas, algumas investigações na quantificação da carga através da PSE e um estudo prescreveu o treino pela escala de Borg. Em conclusão, as escalas de PSE possuem relação linear com as medidas fisiológicas, sendo indicada uma validação dessas escalas para prescrever diversos tipos de treino.

Palavras-chave: Exercício, Psicofísica, Fisiologia.

ABSTRACT

“State of the art” of the rating of perceived exertion scale

In 1860, Gustav Fechner founded the psychophysical that determines the subjective sensation and perception of stimulus in person. Based in psychophysical, but with the objective of use a rating of perceived exertion (RPE) scale during the exercise, Borg elaborated in the 60's a scale for monitoring the intensity of the physical exertion. The review article has the objective of presents the “state of the art” of the RPE scale. In this review literature were to selected research on the RPE scale that investigated this instrument during the exercise. The collection of the studies occurred in Bireme, PubMed, Google Scholar and in the CAPES Journals. The results of the review detected that in the 60 to 90 years, most studies was on the RPE during the exercise and about the linearity of the Borg scale in relation some physiological measure. In 1990, the Borg scale was used to prescribe a session. In the 2000 years, most research was on the RPE during the exercise and about the linearity of the Borg scale in relation some physiological measure and some investigation in quantifying of the load through RPE and a study prescribed the training by the Borg scale.

Key words: Exercise, Psychophysical, Physiology.

1-Mestre em Ciência da Motricidade Humana pela UCB do RJ.

E-mail:
nk-junior@uol.com.br

INTRODUÇÃO

Em 1860, Gustav Fechner fundou a psicofísica que se baseava na detecção subjetiva da sensação e da percepção de um estímulo que era respondido pelo estado físico do indivíduo (Ehrenstein e Ehrenstein, 1999; Marks e Florentine, 2011).

Fechner ainda escreveu o livro *Elementos da Psicofísica*, em 1860, onde elaborou três questões sobre a psicofísica: a diferença da percepção entre dois estímulos, o processo de sensação do indivíduo proveniente dos estímulos e a relação entre o físico e a intensidade da percepção do estímulo (Borg, 2007).

Baseado nessas questões, Fechner elaborou uma escala para perceber as sensações do estado físico do indivíduo após um estímulo sonoro (Masin, 2012).

Os anos se passaram, e foram elaboradas outras escalas de percepção da sensação do estímulo sonoro, tendo destaque para o trabalho pioneiro de Richardson e Ross (1930), onde eles propuseram uma escala de intensidade sonora que determinava o nível do ruído através de valores numéricos.

Outros estudos foram baseados na escala de Richardson e Ross, e um dos cientistas que se baseou nesses autores e que mais contribuiu para evolução da escala de sonoridade foi Stevens, ele publicou diversos trabalhos (Stevens, 1946; Stevens, 1957; Stevens, 1971; Stevens e Harris, 1962), tendo como principal estudo o artigo de Stevens e Galanter (1957), onde eles observaram através de uma escala de 11 pontos o estímulo sonoro repetitivo, mostrando a eficácia de utilizar esse instrumento para determinar o nível do ruído subjetivamente. Um dos primeiros estudos, talvez o primeiro, a utilizar a psicofísica no esforço físico foi o estudo de Stevens e Mack (1959).

Esses pesquisadores utilizaram uma escala de 7 pontos para averiguar a relação da força exercida no dinamômetro manual com a percepção subjetiva de esforço (PSE). Alguns anos depois, e tendo o intuito de utilizar uma escala para PSE durante o exercício, Borg elaborou nos anos 60 uma escala para monitorar a intensidade do esforço físico (Banister, 1979; Marks e Gescheider, 2002). Porém, somente em 1970, Borg (1970) conduziu uma pesquisa que determinava a

classificação dos pontos da sua escala (exemplo: leve, razoavelmente leve, duro etc).

O primeiro estudo sobre a escala de Borg ocorreu em 1961, após essa investigação, foram publicadas várias pesquisas mostrando a eficácia da escala de Borg para identificar a PSE (Eston, 2012; Finkelstein, 2012; Frankenhaeuser e colaboradores, 1969), sendo evidenciado uma relação linear entre a escala de Borg com algumas medidas fisiológicas (VO_2 – consumo de oxigênio, $[La]$ – lactato e FC - frequência cardíaca) durante o exercício aeróbio ou na execução do treino de força (Eston e Williams, 1986; Zamunér e colaboradores, 2011; Pandolf, 1978). Então, comprova-se que a escala de Borg é precisa para monitorar a intensidade do exercício através da PSE.

Porém, em 1982, Borg (1982) através de um artigo de revisão indicou a escala de Borg para prescrever a intensidade dos esportes e na reabilitação. Nessa mesma linha de pensamento, prescrever o treino sem realizar um estudo de campo, Pollock e Wilmore (1990) recomendaram a prescrição do treino com a escala de Borg 6-20 num exercício aeróbio com duração de 30 a 60 minutos (min).

Após as sugestões desses autores, o foco dos estudos dos anos 80 e 90 sobre a escala de Borg foi sobre a PSE durante uma sessão ou pouco mais - máximo de três sessões (Borg, Ljunggren e Ceci, 1985; Borg, 1990; Eston e Brodie, 1986; Hassmén, 1990; Robertson, Goss e Metz, 1998).

Em 2001, Foster e colaboradores (2001) conduziram um estudo que teve impacto na comunidade científica, eles fizeram uma investigação onde a escala de Borg sofreu uma pequena adaptação na categoria da PSE, através da escala adaptada de Borg foi possível quantificar subjetivamente a intensidade do treino. Outro estudo que teve destaque no início do ano 2000 foi a metanálise de Chen, Fan e Moe (2002), os dados foram colhidos entre 1961 a 2001, sendo evidenciado uma correlação (r) moderada entre a PSE e algumas medidas fisiológicas ($PE \times FC$, $r = 0,62$; $PE \times [La]$, $r = 0,57$; $PE \times$ consumo máximo de oxigênio – $VO_{2máx}$, $r = 0,64$; $PE \times VO_2$, $r = 0,63$; $PE \times$ ventilação – Ve , $r = 0,61$; $PE \times$ razão de troca respiratória - R , $r = 0,72$).

Um dos estudos sobre prescrição do treino com uso da PSE de Borg aconteceu em

2004. Dunbar e Kalinski (2004) recrutaram 6 mulheres pós-menopausa com idade de $70 \pm 7,1$ anos. Durante as 20 semanas a sessão aeróbia aconteceu na esteira, na bicicleta estacionária e no step (subida de escadas no ergômetro), nas 5 primeiras semanas a intensidade de 40% do $VO_{2\text{máx}}$ passou para 60% do $VO_{2\text{máx}}$ com duração de 15 min para 30 min. A intensidade foi controlada pela PSE e pela FC, também foi determinada a FC equivalente ao $\%VO_{2\text{máx}}$. Os autores concluíram que a escala de Borg através da PSE é eficaz para monitorar o treino.

Todavia, até a data presente, poucos estudos validaram a escala de Borg para prescrever o treino como foi efetuado no estudo de Calil e Silva e colaboradores (2011) na bicicleta indoor, e em Lagally e Amorose (2007) no treino de força, embora existam inadequações metodológicas nessas referências, por exemplo, a intensidade utilizada da escala de Borg não foi randomizada e não foram utilizadas todas as intensidades, somente algumas.

Conhecendo a finalidade da escala de Borg e de outras similares para o exercício, o artigo de revisão tem o objetivo de apresentar o “estado da arte” das escalas de PSE.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta revisão de literatura foram selecionadas pesquisas sobre as escalas de PSE que investigaram esse instrumento durante o exercício.

A coleta dos estudos aconteceu no buscador Bireme (www.regional.bvsalud.org/), PubMed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed), Google Acadêmico (www.google.com.br/) e nos Periódicos CAPES (www.periodicos.capes.gov.br/), sendo utilizadas as palavras-chave Borg scale, OMNI scale, ETL scale e subjective perception of effort.

As referências selecionadas foram aquelas que apresentaram informações relevantes para os resultados da revisão.

RESULTADOS

Escala de Percepção Subjetiva de Esforço, anos 60 a 90

O primeiro estudo sobre a escala de Borg aconteceu em 1961, a elaboração dessa escala está embasada na psicofísica, que permite comparar a percepção da intensidade de acordo com as categorias de esforço (Exemplo: fraco, médio e forte).

Após essa investigação, foram conduzidas outras pesquisas que observaram a eficácia da escala de Borg na PSE durante o exercício (Borg, 1961b; Borg e Dahlström, 1962; Borg, 1962). Esses estudos iniciais de Borg foram efetuados em Revistas Científicas da Suécia, com o objetivo de detectar a validade e a confiabilidade da sua escala. Posteriormente, todos os principais estudos sobre a escala de Borg foram publicados em um livro, onde ele fez análise de cada artigo (Borg, 1962b).

Nos anos 70, a escala de Borg foi utilizada em diversas investigações para monitorar a PSE (Doktor e Sharkey, 1971; Pandolf e colaboradores, 1972; Bar-Or, Neuman e Dotan, 1977; Leitch e colaboradores, 1978) e também, foi evidenciado que a PSE possui uma relação linear com o VO_2 , com o $[La]$ e com a FC durante o exercício aeróbio (Pandolf, 1978) e no treino de força – caminhada com sapato pesado (Pandolf, Burse e Goldman, 1975).

Nos anos 80, as pesquisas continuaram a evidenciar que a escala de Borg era eficaz para monitorar a PSE (Inbar, Rotstein e Dotan, 1982; O'Sullivan, 1984; Hughes e colaboradores, 1984; Hill e colaboradores, 1987) e também, continua ser detectado que a PSE possui relação linear com algumas medidas fisiológicas – VO_2 , $[La]$ e FC (Borg, Ljunggren e Ceci, 1985; Eston e Williams, 1986; Eston e Brodie, 1986; Borg, Hassmén e Lagerström, 1987; Eston e Williams, 1988). Porém, em 1982, Borg através de um artigo de revisão indicou a escala de Borg para prescrever a intensidade dos esportes e na reabilitação. Nessa mesma linha de pensamento, prescrever o treino sem realizar um estudo de campo, o Colégio Americano de Medicina do Esporte em sua reunião em maio de 1988, informou que a PSE e o limiar de lactato aumentam linearmente, sendo recomendável prescrever a intensidade da sessão pela escala de Borg de 15 categorias (Brandão e colaboradores, 1989).

Os anos 90, os estudos conduzidos pela escala de Borg foram parecidos com os dos anos 80, a escala de Borg foi utilizada

para monitorar a intensidade da PSE (Borg, 1990; Belman e colaboradores, 1991; Maw, Boutcher e Taylor, 1993; Shephard e colaboradores, 1996), e foi novamente evidenciado uma relação linear entre PSE e o VO₂, PSE e [La], PSE e FC, PSE e a carga em Watts (W) da sessão, PSE e as revoluções por minuto (rpm) (Hassmén, 1990; Robertson e colaboradores, 1996; Robertson, Goss e Metz, 1998).

Porém, em 1990, Pollock e Wilmore em sua obra clássica, recomendaram a prescrição do treino através da escala de Borg 6-20 num exercício aeróbio com duração de 30 a 60 minutos (min).

Entretanto, essas recomendações dos autores não estiveram embasadas em nenhum estudo de campo. Mas no mesmo ano, Ward e Bar-Or (1990) prescreveram treino aeróbio para jovens (n = 20) com alto percentual de gordura (%G) com idade entre 9 a 15 anos com o uso da escala de Borg 6-20.

A primeira visita no laboratório os jovens praticaram por uma semana de ciclismo estacionário nas intensidades de 20, 40, 60 e 80% do VO₂máx, sendo estabelecido por uma regressão linear para determinar em qual FC se encontrava a PSE. A segunda visita, os jovens fizeram um trabalho aeróbio de 4 min em 50 rpm na bicicleta estacionária com intensidade correspondendo a PSE nas categorias de 7, 10, 13 e 16, sendo monitorada a FC (categoria 7 = 142,6±18,1 batimentos por minuto - bpm, categoria 10 = 150,6±17,5 bpm, categoria 13 = 162,8±18 bpm e categoria 16 = 171,2±19,2 bpm). Terminado o exercício os jovens descansaram por 3 min. Em seguida, os jovens foram orientados para correr e/ou caminhar na pista de atletismo de 400 m nas intensidades que correspondiam as categorias 7, 10, 13 e 16 da escala de Borg, sendo monitorada a FC (categoria 7 = 1173,3±28 bpm, categoria 10 = 186,6±16,8 bpm, categoria 13 = 194,7±10,3 bpm e categoria 16 = 197,3±3 bpm). Para os jovens caminharem e/ou correrem num ritmo constante, um bip soava a cada 100 m.

Os resultados do estudo de Ward e Bar-Or (1990) sobre a PSE de Borg das categorias 7, 10, 13 e 16, com sua respectiva FC da bicicleta estacionária e da caminhada e/ou corrida obtiveram diferença significativa (p<0,05) através de Anova one way e pelo post hoc Newman-Keuls. Para mesma categoria da escala de Borg a FC foi maior na

corrida e/ou caminhada. Em conclusão, os jovens superestimaram a intensidade da corrida e/ou caminhada da PSE. Enquanto que na bicicleta estacionária, os mesmos jovens superestimaram a PSE na baixa intensidade (categoria 7 e 10) e subestimaram a PSE na alta (categoria 13 e 16).

Uma pesquisa importante sobre a escala de Borg foi realizada por Dunbar e colaboradores (1992). Eles (1992) conduziram um estudo para validar a escala de Borg com o intuito de monitorar e prescrever a intensidade do exercício. Foram recrutados 17 homens de 17 a 35 anos. Inicialmente esses homens se familiarizaram com a escala de Borg de 15 categorias por 10 min na esteira com FC de 150 bpm e depois, foi realizada 5 min de pausa, em seguida, os homens pedalarão na bicicleta estacionária a 60 rpm por 10 min numa FC de 150 bpm. A Estimação do Teste (ET) ocorreu através de dois testes, o primeiro teste (ET1) foi na esteira no protocolo de Bruce, o segundo, foi na bicicleta estacionária numa intensidade de 60 rpm com carga de 30 W, aumentando a cada 2 min (ET2).

O Teste de Produção aconteceu através de dois tipos de exercícios, o teste de produção 1 (P1) foi na esteira numa carga constante de 0% com PSE correspondendo a 50% do VO₂máx, que foi determinada no E1. A cada 3 min, a velocidade do teste era reajustada. Depois de 5 min, os homens correram com a PSE correspondendo a 70% do VO₂máx que foi determinada no E1. O teste de produção 2 (P2) foi idêntico ao P1 com o PSE equivalente a 50 e 70% do VO₂máx que foi determinada no E2. O teste de produção 3 (P3) aconteceu na bicicleta estacionária numa velocidade de 60 rpm com PE equivalendo a 50 e 70% do VO₂máx que foi determinada no E1. O teste de produção 4 (P4) foi idêntico ao P3 com PE equivalendo a 50 e 70% do VO₂máx que foi determinada no E2. Durante os testes foi utilizada a PSE, foi mensurada a FC e o VO₂.

Continuando explicar o estudo de Dunbar e colaboradores (1992), os dados foram tratados pela Anova de medidas repetidas (p<0,05). O post hoc utilizado para comparar os pares foi através de Tukey (p<0,05) e as mais complexas comparações ocorreram por Scheffé (p<0,05). Os resultados foram os seguintes: a validade intramodal da prescrição da intensidade pela PSE foi

examinada através da média do VO₂ obtida durante E1 e P1 na esteira e E2 e P4 na bicicleta estacionária – Observação: o artigo não apresentou a média do VO₂ de E1, P1, E2 e P4. O VO₂ só teve diferença significativa entre E1 versus P1 com PSE a 70% do VO₂máx (Diferença = -0,732). A validade intermodal de prescrição da intensidade pela PSE foi examinada através da média do VO₂ obtida durante as comparações de E1 versus P2 e E2 versus P3, não ocorrendo nenhuma diferença significativa ($p>0,05$).

A validade intramodal foi examinada através da média da FC, obtida através das comparações de E1 versus P1, E1 versus P3, E2 versus P2 e E2 versus P4. A FC só teve diferença significativa ($p\leq 0,05$) entre E1 versus P1, estando a 70% do VO₂máx (Diferença = -26,85). A validade intermodal da média da FC foi obtida entre as comparações de E1 versus P3 e E2 versus P4, não ocorrendo nenhuma diferença significativa ($p>0,05$) (Dunbar e colaboradores, 1992).

A validade intermodal também foi examinada através da potência de rendimento (PR) obtida entre as comparações de E1 versus P3 e E2 versus P4. A potência de rendimento só teve diferença significativa ($p\leq 0,05$) entre E1 versus P3 estando a 70% do VO₂máx (Diferença = -48,07) (Dunbar e colaboradores, 1992). Em conclusão, a escala de Borg é válida para regular o esforço intramodal e intermodal através da PSE. Porém, numa intensidade a 70% do VO₂máx na esteira a escala de Borg possui baixa precisão para monitorar o exercício através da PSE.

Outro estudo que teve destaque nos anos 90 e utilizou a escala de Borg, foi a investigação de Dunbar e colaboradores (1994). O objetivo desse estudo foi verificar se monitorar a intensidade pela escala de Borg de 15 categorias é válida e reprodutível em dois tipos de exercício – esteira e bicicleta estacionária. Foram recrutados 9 homens universitários de $23\pm 1,11$ anos. Inicialmente os homens universitários se familiarizaram com a escala de Borg de 15 categorias, se exercitaram por 10 min na esteira com FC de 150 bpm e depois de 5 min de pausa, os homens universitários pedalarão por 10 min na bicicleta estacionária por 60 rpm com FC de 150 bpm.

Inicialmente foi realizado um aquecimento na bicicleta estacionária por 5

min com carga de 30 W. A Estimação do Teste aconteceu na bicicleta estacionária numa pedalada de 60 rpm com carga inicial de 30 W com aumento de 30 W a cada 2 min – denominado de P2A. Esse teste foi efetuado até a exaustão, com a escala de Borg de 15 categorias. O aquecimento na esteira foi por 5 min com velocidade de 4,7 quilômetros por hora (km/h). O Teste de Produção aconteceu na esteira (P1A), com a PSE de Borg correspondendo a 60% do VO₂máx. Esse exercício contínuo teve duração de 25 min. O segundo Teste de Produção ocorreu na bicicleta estacionária com pedalada de 60 rpm – denominada de P2B, onde o sujeito foi instruído na determinação de qual categoria se encontrava na PSE (Dunbar e colaboradores, 1994).

O teste “t” pareado foi utilizado para averiguar a diferença entre a média do mesmo grupo. Quando o intuito era determinar a diferença a três ou mais grupos, foi utilizada a Anova de medidas repetidas ($p\leq 0,05$), sendo aplicado o post hoc Dunnett para determinar a diferença entre as médias ($p\leq 0,05$). A validade e a reprodutibilidade intramodal de regulação da intensidade da PSE foi através do exame de comparação do VO₂, onde não foi detectada diferença significativa em P2A e em P2B, aconteceu uma pequena diferença significativa do VO₂ ($p\leq 0,01$ em 5 min; $p\leq 0,05$ em 10, 15, 20 e 25 min) – Obs.: o artigo não forneceu os dados do VO₂. A intermodal validade foi avaliada comparando o VO₂ de P1A e P1B, não tendo diferença significativa ($p>0,05$) (Dunbar e colaboradores, 1994).

Lembrando que, em P2A o exercício foi numa bicicleta estacionária ocorrendo no Teste de Estimação, em P2B o exercício foi numa bicicleta estacionária ocorrendo no Teste de Produção e em P1A o exercício foi na esteira ocorrendo no Teste de Produção.

A FC intramodal foi significativa pequena durante os tempos da P2A ($p\leq 0,01$ em 5, 10, 20 e 25 min; $p\leq 0,05$ em 15 min) e da P2B ($p\leq 0,01$ em 5, 15, 20 e 25 min; $p\leq 0,05$ em 10 min). A FC intermodal não teve diferença significativa ($p>0,05$) entre a P1A e a P2B - Obs.: o artigo não forneceu os dados da FC (Dunbar e colaboradores, 1994). Em conclusão, a escala de Borg é relativamente segura para regular a intensidade da bicicleta estacionária com intensidade de 49 a 57% do VO₂máx.

Dunbar e Bursztyn (1996) elaboraram uma interessante pesquisa nos anos 90 com a escala de Borg. O objetivo desse artigo foi descrever a precisão do método (estimado ou mensurado) para desenvolver a PSE de Borg na prescrição do exercício. Foram recrutados 27 homens universitários com idade de $26,6 \pm 4,9$ anos. Os indivíduos se familiarizaram com o protocolo e ocorreu a explanação da escala de Borg 6-20. O teste máximo na bicicleta estacionária ocorreu em 60 rpm com potência de rendimento inicial de 30 W com aumento de 30 W a cada 2 min. O teste foi efetuado até a exaustão. Durante o teste foram mensuradas a PSE equivalente a 50%, 60%, 70% e 85% do VO₂ de pico (VO₂ pico). O qui-quadrado foi utilizado para verificar a diferença entre a PSE das quatro intensidades do VO₂ pico ($p \leq 0,05$). A comparação entre o VO₂ pico mesurado e o VO₂ pico estimado (VO₂ pico estimado foi determinado através de uma equação matemática) foi analisada pelo teste "t" pareado ($p \leq 0,05$).

Os resultados foram os seguintes: a média da PSE alvo usada na equação do método estimado não diferiu estatisticamente ($p > 0,05$) em relação ao método mensurado. A diferença entre o VO₂ pico mensurado e estimado foram de 0,59, 0,37, 0,30 e 1,15 da PSE com unidades de 50%, 60%, 70% e 85% do VO₂pico alvo, respectivamente. Em conclusão, os dois métodos possuem precisão para utilizar a escala de Borg para prescrever durante o exercício (Dunbar e Bursztyn, 1996).

No fim dos anos 90, o American College of Sports Medicine (1998) recomendou no seu Posicionamento o uso da escala de Borg para monitorar a intensidade do trabalho aeróbio.

É possível fazer as seguintes conclusões sobre os anos 60 a 90, a maioria dos estudos foi sobre a PSE e sobre a linearidade da escala de Borg em relação a alguma medida fisiológica (VO₂, FC, [La] etc). Porém, foram publicados alguns trabalhos recomendando a prescrição do treino pela escala de Borg sem pesquisa de campo (Borg, 1982; Colégio Americano de Medicina do Esporte em Brandão e colaboradores, 1989; Pollock e Wilmore, 1990). Essa escala foi validada para monitorar e prescrever a intensidade do exercício (Dunbar e colaboradores, 1992). Mas em 1990, Ward e Bar-Or, utilizaram a escala de Borg para prescrição da sessão.

Escala de Percepção Subjetiva de Esforço, anos 00

Os anos 2000, as investigações estiveram direcionadas para averiguar a PSE durante o exercício (Jackson e Dishman, 2000) e também, foi evidenciada através de uma metanálise uma correlação moderada (r) entre algumas medidas fisiológicas (Chen, Fan e Moe, 2002). Os dados foram colhidos entre 1961 a 2001, a relação entre PSE e determinadas medidas fisiológicas foram as seguintes: PSE x FC, $r = 0,62$; PSE x [La], $r = 0,57$; PSE x VO₂máx, $r = 0,64$; PSE x VO₂, $r = 0,63$; PSE x Ve, $r = 0,61$; PSE x R, $r = 0,72$). Apesar das pesquisas mostrarem uma relação linear entre da PSE com algumas medidas fisiológicas (Balsekaran e colaboradores, 2012; Milanez e Pedro, 2012), recentemente Correia-Oliveira e colaboradores (2012) observaram numa prova simulada de 10.000 metros nenhuma relação existente ($p > 0,05$) da PSE com algumas medidas fisiológicas (VO₂, FCmáx e limiar ventilatório) e neuromusculares (uma repetição máxima e potência máxima no teste de agachamento), sendo contrário aos achados da literatura. Esses autores concluíram que, a simulação de uma prova competitiva dificulta a associação entre as variáveis analisadas com a PSE.

Porém, em 2001, Foster e colaboradores (2001) conduziram uma pesquisa que teve impacto na comunidade científica. O objetivo foi avaliar a relação entre a PSE e a FC. Foram realizadas dois estudos, no 1º, foi composto por 12 ciclistas recreativos ($n = 6$ mulheres de $21,3 \pm 1,5$ anos e $n = 6$ homens de $23 \pm 3,6$ anos), no 2º, foi constituído por 14 basquetebolistas colegiais com idade de $20 \pm 1,5$ anos. No estudo 1, os ciclistas recreativos fizeram um pré-teste máximo na bicicleta estacionária e pedalaram 60 a 80 rpm numa carga de 50 W para homens, 40 W para mulheres acima de 60 kg e 30 W para mulheres abaixo de 60 kg. Os estágios do teste 1 foram de 1, 3, 5 e 10 min e em cada 3 min a carga do teste foi aumentada. No teste foi aferido o VO₂, a FC, o [La] e o limiar anaeróbio individual (Lan I) de Stegmann, Kindermann e Schnabel (1981). O treino do estudo 1 aconteceu num período de 30 min, estando numa intensidade de 90% do Lan I. Durante o treino aconteceram 5 pausas variadas (60 segundos - seg a 2 min ou mais) dando um total de 30 min. A intensidade do

treino foi monitorada pela FC e pela escala de Borg 0-10 modificada. A FC foi exercitada em 5 zonas: 50-60%, 60-70%, 70-80%, 80-90% e 90-100%. O estudo 2, os basquetebolistas realizaram no pré-teste o protocolo de Astrand na esteira, sendo aferido o VO₂, FC e a PSE. O treino do estudo 2, ocorreu no basquetebol - treino técnico, situacional e jogo, utilizando a mesma zona de FC e a escala de Borg 0-10 modificada do estudo 1.

Os resultados do estudo de Foster e colaboradores (2001) foram os seguintes: a Anova de medidas repetidas detectou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre FC e PSE. Tukey detectou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre FC e PSE. A PSE quando foi transformada em bpm foi maior do que a FC durante os estágios do teste (ciclismo e basquete).

Porém, a análise de regressão revelou valores parecidos da FC e da PSE durante o período de estado estável (steady state) do treino. Em conclusão, a PSE é um método subjetivo para estimar a carga do treino, sendo um mecanismo quantitativo para monitorar a intensidade da sessão. Porém, a escala de Borg modificada falhou para determinar se os indivíduos se encontravam no estado estável - difícil mensurar.

Após o estudo de Foster e colaboradores (2001), quantificar a carga do treino pela PSE, foram produzidas diversas pesquisas sobre esse tema em vários esportes – basquetebol (Manzi e colaboradores, 2010), futebol (Brink e colaboradores, 2010; Algroy e colaboradores, 2011), futsal (Milanez e colaboradores, 2011), mine futebol (Dellal e colaboradores, 2011) e natação (Wallace, Slattery e Coutts, 2009).

Em 2001, outro artigo de grande impacto foi produzido por Borg e Borg (2001), nesse estudo revisão, os autores explicaram o início das escalas, referenciando como o pioneiro Stevens (1946). Também foi ensinado como se desenvolveu a equação da escala de Borg, sendo explicado com mais detalhes na tese de doutorado da esposa de Borg (Borg, 2007). Outro conteúdo interessante da revisão de Borg e Borg (2001) foi a apresentação das principais escalas de Borg (CR10, CR12, CR20 e CR100), tendo ênfase na explicação da escala CR10 (CR10 é abreviatura do inglês de ratio scaling, em português a tradução mais adequada é escala de 10 categorias de intensidades). Segundo Borg (2008), a CR10

possui vantagem sobre as demais escalas porque ela já foi testada em diferentes exercícios, como: no esporte, na ergonomia, na medicina, no diagnóstico cardiovascular, nas pessoas com doenças pulmonares, para indivíduos com problemas músculo esqueléticos e outras. Borg CR10 permite um melhor trabalho físico do praticante do exercício, sendo indicado o uso da escala.

Apesar da escala de Borg ser a principal referência para a PSE durante a prática do exercício, em 1999 foi validada a escala de Estimativa do Tempo Limite (ETL) por Garcin, Vandewalle e Monod (1999). A escala ETL o sujeito se exercita com incremento da velocidade a cada 3 min, fazendo o exercício cíclico (corrida, pedalar na bicicleta etc) até chegar uma subjetiva Estimativa do Tempo Limite, a exaustão. Conforme a duração do trabalho o indivíduo se encontra em uma categoria que vai de 1 a 20. O tempo da escala foi estabelecido por uma equação logarítmica, $ETL = 21 - 2 \log_2 t_{lim}$. (t_{lim} – t_{lim} significa tempo limite e é utilizado no cálculo em min. O logaritmo da base 2 da equação ETL ($2 \log_2$) foi escolhido de acordo com o tempo de exaustão que variam de menos 2 min até muitas horas. Por exemplo, o t_{lim} de 2 min equivale a categoria 19, o t_{lim} de 4 min equivale a categoria 17 e vai assim por diante até chegar mais do que 16 horas da categoria 1. A ETL possui uma acurácia de ± 1 para cada categoria, por exemplo, a ETL 12 ± 1 corresponde o tempo de exaustão entre 15 a 30 min.

Um dos principais estudos sobre a ETL ocorreu na investigação de Garcin e Billat (2001). O objetivo dessa pesquisa foi verificar a relação dos métodos da PSE com o %VO₂ (Borg 6-20 e ETL). A amostra foi constituída por 12 homens treinados em endurance com idade de $41,5 \pm 6,5$ anos. Os sujeitos correram numa pista de 400 m com estágio inicial de 12 km/h e ocorreu aumento de 1 km/h a cada 3 min até atingir 17 km/h. Cada estágio foi separado por 30 seg de pausa e foi apresentada as escalas. Depois de 90 seg de pausa, cada estágio foi de 2 min, com aumento da velocidade de 1 km/h até a exaustão. Foi utilizado o Cosmed K4b2 para mensurar o VO₂. Os resultados foram os seguintes: as correlações foram significativas ($p \leq 0,05$), a PSE de Borg versus o %VO₂ foi com um r de 0,91 e a ETL versus o %VO₂ foi com um r de 0,86. Em conclusão, a ETL é um

meio útil para prescrever o treino intervalado de pessoas saudáveis. Após esse estudo, foram produzidas outras pesquisas sobre a ETL (Garcin, Fleury e Billat, 2002; Garcin, Wolff e Bejma, 2003; Garcin e colaboradores, 2005; Garcin, Danel e Billat, 2008).

Além da ETL, existem outras escalas sobre a PSE, mas a mais destacada é a escala de OMNI porque ela é validada em diversos esportes e atividades físicas. A primeira publicação sobre a escala de OMNI ocorreu em um livro no ano de 1997 através de Robertson (Faulkner e Eston, 2008), mas foi validada em 2000 na PSE de crianças durante o trabalho aeróbio na bicicleta estacionária (Robertson e colaboradores, 2000). A escala é validada em diversos tipos de exercício, por exemplo, no treino de força (Robertson e colaboradores, 2003), no ciclismo para adultos (Robertson e colaboradores, 2004), na plataforma vibratória (Marin e colaboradores, 2012), na bicicleta estacionária da academia (spinning) (Calil e Silva e colaboradores, 2011), no caiaque (Nakamura e colaboradores, 2009) e outros.

Outra interessante escala que foi validada no ano 2000, foi do estudo de Costa e colaboradores (2004). A escala de Faces foi sugerida em 1998 por Costa para ser utilizada na ginástica localizada. Porém, nesse estudo ela não foi validada. Segundo Costa e colaboradores (2004), a vantagem da escala de Faces é a facilidade que o praticante do exercício tem em perceber o seu esforço durante a atividade física. Sabendo dessa vantagem da escala de Faces, o objetivo do estudo foi de verificar através de esforço progressivo máximo a correlação (r) existente entre escala de Borg versus o VO₂ de pico, escala de Faces versus o VO₂ de pico. A amostra foi constituída por 10 pessoas saudáveis de 18 a 30 anos. Os sujeitos fizeram um aquecimento de 4 min com 50 a 60 rpm na bicicleta estacionária. O exercício progressivo na bicicleta foi realizado com 50 a 60 rpm, iniciando com uma carga de 25 W. Nos 30 seg finais de cada estágio de 3 min era aferida a FC e a PSE (escala de Borg e a escala de Faces). Também foi aferido o VO₂, sendo determinado o VO₂ de pico. Os resultados das correlações (r) foram as seguintes: escala de Borg versus VO₂ de pico ($p \leq 0,03$, $r = 0,80$ - alto), escala de Faces versus de VO₂ de pico ($p \leq 0,04$, $r = 0,77$ - moderado) e escala de Borg versus escala de

Faces ($p \leq 0,01$, $r = 0,85$ - alto). Em conclusão, existe um forte indício da validade da escala de Faces para a PSE.

Além dos interessantes estudos sobre a escala ETL, a escala OMNI e a escala de Faces, o ano 2000 foi muito produtivo para a escala de Borg, foram produzidas pesquisas diferentes dos anos 60 a 90, onde a ênfase era no trabalho aeróbio e alguns estudos sobre o treino de força, agora a escala de Borg foi testada em outros exercícios. Por exemplo, Finkelstein e colaboradores (2012) evidenciaram em 14 gestantes que a PSE não possui diferença significativa ($p > 0,05$) no trabalho da bicicleta estacionária na terra e na água, esses autores recomendaram a escala de Borg como um bom instrumento para prescrição do treino, sendo indicada uma pesquisa de algumas semanas com a PSE de Borg.

Outra investigação na água com a escala de Borg foi efetuada por Alberton e colaboradores (2011). Em três dias 20 mulheres praticaram corrida na água, sendo verificado que através do r Pearson a PSE versus o VO₂máx possuem diferença significativa ($p \leq 0,05$), r igual a 0,60 (r médio), enquanto que a PSE versus a FCmáx (máx, significa máxima) possui diferença significativa ($p \leq 0,05$), r igual a 0,65 (r médio). Enquanto que o PSE versus o sinal da eletromiografia da raiz quadrática média (RMS) não teve diferença significativa ($p > 0,05$, $r = 0,04$).

Portanto, através desses resultados pode-se interpretar que a corrida na água possui uma relação entre PSE e VO₂máx, PSE e FCmáx, então, a escala de Borg possui precisão com essas medidas fisiológicas, sendo útil para prescrever o treino, embora o r tenha sido moderado (Alberton e colaboradores, 2011). Não acontecendo o mesmo entre PSE e RMS.

Em outro estudo de Alberton e colaboradores (2012), sobre hidroginástica, foi evidenciado em 6 mulheres saudáveis em uma atividade de corrida estacionária, deslize lateral do membro inferior e chute frontal, que a escala de Borg 6-20 possui diferença significativa ($p \leq 0,05$) através do r Pearson. Os resultados foram os seguintes: VO₂ versus PSE com r igual a 0,65 (moderado), %VO₂ versus PSE com r igual a 0,67 (moderado). Conclui-se que, a PSE de Borg pode ser utilizada para prescrição da intensidade da hidroginástica.

A escala de Borg nos anos 2000, também foi utilizada para determinar a PSE no treino de força. O estudo de Utter e colaboradores (2005) verificou se a ingestão de carboidratos causa algum efeito na PSE de praticantes do treino de força. Foram selecionados 30 sujeitos que foram randomizados entre o grupo que ingeriu carboidrato e o grupo placebo. Esses grupos treinaram vários exercícios do treino de força por 2 horas, tendo um programa de 4 séries, 10 repetições, 10 exercícios e com pausa de 2 a 3 min. Os resultados achados mostraram que não existe diferença significativa na PSE de Borg de 15 categorias ($p > 0,05$) através do teste "t" independente do grupo que ingeriu carboidrato e do grupo placebo. Em conclusão, o carboidrato não atenua na PSE durante o treino de força.

Legally e Amorose (2007) validaram a PSE de Borg em três categorias (9, 13 e 17) para o treino de força. Sendo concluído que a PSE é válida para prescrição do treino de força.

Um estudo de revisão bem elaborado foi efetuado por Tiggemann, Pinto e Kruel (2010), onde eles destacaram os principais estudos que utilizaram a PSE no treino de força. Eles apresentaram nessa revisão os conteúdos do treino de força que foram utilizados na PSE, sendo o seguinte: cargas utilizadas, tipo de contração, tipo e tempo de intervalo entre as séries, velocidade de execução, ordem dos exercícios, número de séries e exercícios, tipo de exercício, número de repetições, nível de treinamento e sexo. Em conclusão, a PSE é eficaz para determinar a intensidade de esforço em diferentes variáveis do treino de força. Nessa revisão predominou referências dos anos 2000, possuindo poucos trabalhos dos anos 90.

O primeiro estudo encontrado sobre prescrição do treino nos anos 2000 foi de Dunbar e Kalinski (2004). Esses autores recrutaram 6 mulheres pós-menopausa com idade de $70 \pm 7,1$ anos. Durante as 20 semanas a sessão aeróbia aconteceu na esteira, na bicicleta estacionária e no step (subida de escadas no ergômetro), nas 5 primeiras semanas a intensidade de 40% do $VO_{2máx}$ passou para 60% do $VO_{2máx}$ com duração de 15 min para 30 min. A intensidade foi controlada pela PSE e pela FC, também foi determinada a FC equivalente ao % $VO_{2máx}$. Os autores concluíram que a escala de Borg

através da PSE é eficaz para monitorar o treino.

O segundo estudo encontrado sobre prescrição do treino nos anos 2000 foi de Céline e colaboradores (2011). O objetivo desses autores foi de comparar a resposta cardiorrespiratória do grupo FC e do grupo PSE. A amostra foi constituída de 27 mulheres saudáveis de $22,4 \pm 2,7$ anos. A amostra foi randomizada em 3 grupos: grupo controle (GC) ($n = 9$ e $22,8 \pm 2,4$ anos), grupo da FC ($n = 9$, $22,6 \pm 3,3$ anos) e grupo da PSE ($n = 9$, $22 \pm 2,7$ anos).

Continuando a explicar o estudo de Céline e colaboradores (2011), os sujeitos realizaram um aquecimento de 3 min na bicicleta estacionária e depois descansaram por 5 min. Em seguida, todos os três grupos realizaram um teste máximo na bicicleta estacionária com carga inicial de 60 W com duração de 3 min. A cada 3 min a carga aumentava para mais 30 W com cadência da bicicleta de 70 rpm até o testado entrar em exaustão. Durante o teste foi utilizada a FC_{máx} (220 - idade) e os sujeitos utilizaram a escala de Borg CR10 com categorias entre 6 a 10. Após o teste foi determinado a potência máxima de tolerância ao esforço (W), a FC de pico, o VO_2 de pico e o limiar ventilatório (LV). Após o teste, foi realizado um treino de 3 sessões semanais de 45 min com duração de 6 semanas na bicicleta estacionária. O trabalho aeróbio foi efetuado em um treino intervalado (TI) de 9 séries de 5 min. Durante esse TI em cada 4 min o trabalho aeróbio era moderado e em 1 min o esforço era máximo. A cadência do treino na bicicleta foi fixada em 70 rpm, igual ao do teste. Para monitorar a intensidade, o grupo FC utilizou a telemetria da FC que correspondia ao LV e o grupo PSE usou a escala de Borg CR10. Ambos os grupos utilizaram a telemetria para determinar a FC e a escala de Borg. O ambiente pode influenciar a resposta da PSE, então, todos indivíduos treinaram sozinho, na mesma bicicleta e na mesma temperatura e umidade relativa do ar. Após 6 semanas, todos os grupos fizeram o mesmo teste do anterior.

Os resultados do estudo de Céline e colaboradores (2011) detectaram através da Anova one way diferença não significativa da FC de pico ($F = 0,21$, $p > 0,05$) e da PSE ($F = 0,01$, $p > 0,05$) entre os 3 grupos. A FC de pico foi a seguinte: grupo PSE = $192,5 \pm 7,9$ no pré-teste e $189,7 \pm 8,6$ no pós-teste, grupo FC =

188,7±7,9 no pré-teste e 190±6,8 no pós-teste, GC = 189,2±8,2 no pré-teste e 188,7±8,8 no pós-teste. A PSE dos grupos foi a seguinte: grupo PSE = 8,6±2,3 no pré-teste e 8,2±2,5 no pós-teste, grupo FC = 6,3±1,3 no pré-teste e 6,2±2,2 no pós-teste, GC = 6,7±1,9 no pré-teste e 7,4±2,4 no pós-teste.

Entretanto, a Anova one way detectou diferença significativa entre outras comparações, o post hoc Scheffé identificou diferença significativa entre o pré e o pós-teste do grupo PSE, entre o pré e o pós-teste do grupo FC, entre o pós-teste do grupo PSE versus o pós-teste do GC e entre o pós-teste do grupo FC versus o pós-teste do GC. As variáveis que tiveram diferença significativa foram a potência máxima de tolerância ao esforço (W) ($F = 5,27$, $p \leq 0,05$) e o VO₂ de pico (ml/kg/min) ($F = 3,71$, $p \leq 0,05$). A melhora significativa aconteceu entre os seguintes valores da potência máxima de tolerância ao esforço (W): grupo PSE = 190±30 W no pré-teste para 213,3±7,8 W no pós-teste, grupo FC = 166,7±30,4 W no pré-teste para 200±26 W no pós-teste. A melhora significativa aconteceu entre os seguintes valores do VO₂ de pico: grupo PSE = 42,6±4,9 ml/kg/min no pré-teste para 46,8±4,7 ml/kg/min, grupo FC = 41,4±4,6 ml/kg/min no pré-teste para 44,1±4,3 ml/kg/min. O GC controle teve os seguintes valores no pós-teste: 170±36,7 W e 41,4±5,6 ml/kg/min. O grupo PSE e FC melhorou o condicionamento físico.

Em conclusão, ambos os tipos de monitoração da intensidade - FC e PSE, melhoraram em 6 semanas na bicicleta estacionária o VO₂ de pico (ml/kg/min) e a potência máxima de tolerância ao esforço (W) durante o TI (Céline e colaboradores, 2011).

Através dessa revisão foi possível observar que existem apenas três estudos sobre a prescrição do treino com a escala de Borg, sendo no exercício aeróbio, a maioria das pesquisas se concentra na PSE durante o exercício (escala de Borg e OMNI) e na linearidade entre a escala de Borg e determinadas medidas fisiológicas (FC, VO₂, [La] etc), algumas investigações na quantificação da carga através da PSE e poucas pesquisas validam a escala de Borg e a escala de OMNI. Enquanto que a escala ETL, difere da de Borg e da de OMNI – não possui intensidade de esforço com classificação forte, médio etc, foi elaborada para determinar o limite de esforço do indivíduo, onde o sujeito se exercita com incremento da velocidade a cada 3 min, fazendo o exercício cíclico (corrida, pedalar na bicicleta etc) até chegar à exaustão. Conforme a duração do trabalho o indivíduo se encontra em uma categoria que vai de 1 a 20.

A Figura 1 ilustra o “estado da arte” dos 57 artigos originais coletados nessa revisão sobre as escalas de PSE – Borg e OMNI.

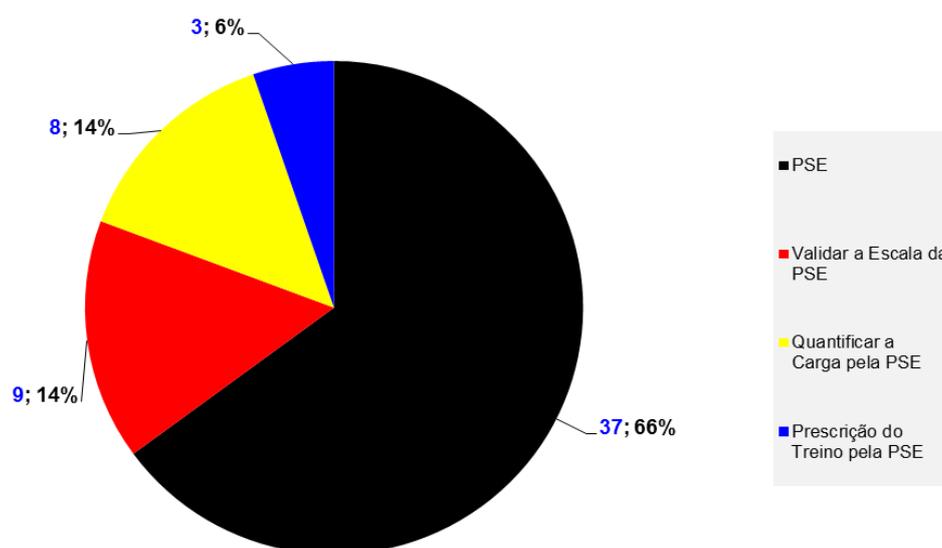


Figura 1 - Direcionamento das pesquisas das escalas de PSE entre 1961 a 2012.

CONCLUSÃO

A escala de Borg e similares foram criadas para monitorar a intensidade do esforço físico através da PSE. Os anos 60 a 90, a maioria dos estudos foi sobre o monitoramento da PSE durante o exercício ou e sobre a linearidade da escala de Borg em relação a alguma medida fisiológica (VO₂, FC, [La] etc).

Porém, em 1982, Borg indicou em uma revisão a sua escala para prescrição da intensidade do treino e outras referências também recomendaram (Colégio Americano de Medicina do Esporte em Brandão e colaboradores, 1989; Pollock e Wilmore, 1990).

Entretanto, essas obras não fizeram estudo de campo e não validaram a escala de Borg para prescrever a intensidade subjetiva do esforço do treino.

Nessa revisão foi observada que a escala de Borg possui uma relação linear com as medidas fisiológicas (FC, VO₂, [La] etc) e que alguns estudos utilizaram essa escala para prescrever o treino (Céline e colaboradores, 2011; Dunbar e Kalinski, 2004; Ward e Bar-Or, 1990) ou quantificar a carga do treino pela PSE (Foste e colaboradores, 2001; Dellal e colaboradores, 2011).

Então, torna-se interessante para o esporte e para a atividade física a elaboração de uma escala para prescrever a intensidade subjetiva do esforço do treino.

Em conclusão, as escalas de PSE possuem relação linear com as medidas fisiológicas, sendo indicada uma validação dessas escalas para prescrever diversos tipos de treino.

REFERÊNCIAS

- 1-Alberton, C.; Antunes, A.; Pinto, S.; Tartaruga, M.; Silva, E.; Cadore, E.; KrueL, L. Correlation between rating of perceived exertion and physiological execution of stationary running in water at different cadences. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25. Num. 1. p.155-162, 2011.
- 2-Alberton, C.; Rothmann, C.; Pinto, S.; Coertjens, M.; KrueL, L. Consumo de oxigênio e índice de esforço percebido em diferentes ritmos de execução na hidroginástica. *Motriz*. Vol. 18. Num. 3. p.423-431. 2012.
- 3-Algroy, E.; Hetlelid, K.; Seiler, S.; Pedersen, J. Quantifying training intensity distribution in a group of Norwegian professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology Performance* Vol. 6. p.70-81. 2011.
- 4-American College of Sports Medicine. Position stand on the recommend quantity of exercise for developing and maintaininy cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 30. Num. 6. p.975-991. 1998.
- 5-Balsekaran, G.; Loh, M.; Govindaswamy, V.; Robertson, R. OMNI scale of perceived exertion: mixed gender and race validation for Singapore children during cycle exercise. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 112. Num. 10. p.3533-3546. 2012.
- 6-Banister, E. The perception of effort: an inductive approach. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 41. Num. 2. p.141-150. 1979.
- 7-Bar-Or, O.; Neuman, I.; Dotan, R. Effects of dry and humid climates on exercise-induced asthma in children and preadolescents. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* Vol. 60. Num. 3. p.163-168. 1977.
- 8-Belman, M.; Brooks, L.; Ross, D.; Mohsenifar, Z. Variability of breathlessness measurement in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest*. Vol. 99. Num. 3. p.566-571. 1991.
- 9-Borg, G. Interindividual scaling and perception of muscular force. *Kungliga Fysiografiska Sällskapet I Lund Förhandlingar*. Vol. 31. Num. 12. p.117-125. 1961.
- 10-Borg, G. Perceived exertion in relation to physical work load and pulse-rate. *Kungliga Fysiografiska Sällskapet I Lund Förhandlingar*. Vol. 11. p.105-115. 1961b.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

- 11-Borg, G. A simple rating scale for use in physical work test. *Kungliga Fysiografiska Sällskapet i Lund Förhandlingar*. Vol. 32. p.7-15, 1962.
- 12-Borg, G. Physical performance and perceived exertion. Lund: CWK Gleerup; 1962b.
- 13-Borg, G. Perceived exertion on an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. Vol. 2. Num. 2. p.92-98. 1970.
- 14-Borg, G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 14. Num. 5. p.377-381. 1982.
- 15-Borg, G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*. Vol. 16. Num. S1. p.55-58. 1990.
- 16-Borg, G. A general scale to rate symptoms and feelings related to problems of ergonomic and organizational importance. *Psicologia*. Vol. 30. Num. 1. p.8-10. 2008.
- 17-Borg, G.; Dahlström, H. A case study of perceived exertion during a work test. *Acta Societatis Medicorum Upsaliensis*. Vol. 67. p.21-27. 1962.
- 18-Borg, G.; Ljunggren, G.; Ceci R. The increase of perceived exertion, aches and pain in the legs, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 54, Num. 4, p.343-349. 1985.
- 19-Borg, G.; Hassmén, P.; Lagerström, M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 65. Num. 6. p.679-685. 1987.
- 20-Borg, G.; Borg, E. A new generation of scaling methods: level-anchored ratio scaling. *Psychologica*. Vol. 28. p.15-45. 2001.
- 21-Borg, E. On perceived exertion and its measurement. Tese de Doutorado. Departamento de Psicologia]. Suécia: Universidade de Estocolmo; 2007.
- 22-Brandão, M.; Pereira, M.; Oliveira, R.; Matsudo, V. Percepção do esforço: uma revisão da área. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol. 3. Num. 1, p.34-40. 1989.
- 23-Brink, M.; Nederhof, E.; Visscher, C.; Schmikli, S.; Lemmink, K. Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 24. Num. 3. p.597-603. 2010.
- 24-Calil e Silva, A.; Dias, M.; Bara Filho, M.; Lima, J.; Damasceno, V.; Miranda, H.; Novaes, J.; Robertson, R. Escalas de Borg e OMNI na prescrição de exercício em ciclo-ergômetro. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol. 13, Num. 2, p. 117-123. 2011.
- 25-Céline, C.; Monnier-Benoit, P.; Gros Lambert, A.; Tordi, N.; Perrey, S.; Rouillon, J. The perceived exertion to regulate a training program in young women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25. Num. 1. p.220-224. 2011.
- 26-Chen, M.; Fan, X.; Moe, S. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 20. Num. 11, p.873-899. 2002.
- 27-Correia-Oliveira, C.; Damasceno, M.; Bueno, S.; Santos, V.; da Silva, R.; Pasqua, L.; Bertuzzi, R. Relação entre a resposta da percepção subjetiva de esforço durante a simulação de uma prova de 10 km e as variáveis fisiológicas e neuromusculares. *Acta Brasileira do Movimento Humano* Vol. 2. Num. 2. p.25-33. 2012.
- 28-Costa, M.; Dantas, E.; Marques, M.; Novaes, J. Percepção subjetiva do esforço percebido. Classificação do esforço percebido: proposta de utilização da escala de faces. *Fitness and Performance Journal*. Vol. 3. Num. 6. p.305-313. 2004.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

29-Dellal, A.; Hill-Haas, S.; Lago-Penas, C.; Chamari, K. Small-sided games in soccer: amateur vs. professional players' physiological responses, physical, and technical activities. *Journal of Strength and Conditioning Research* Vol. 25. Num. 9. p.2371-2381. 2011.

30-Docktor, R.; Sharkey, B. Note on some physiological and subjective reactions to exercise and training. *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 32. Num. 1. p.233-235. 1971.

31-Dunbar, C.; Robertson, R.; Baun, M.; Blandin, K.; Metz, R.; Burdett, R.; Goss, F. The validity of regulating exercise intensity by ratings of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 24. Num. 1. p.94-99. 1992.

32-Dunbar, C.; Goris, C.; Michielli, D.; Kalinski, M. Accuracy and reproducibility of an exercise prescription based on ratings of perceived exertion for treadmill and cycle ergometer exercise. *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 78. Num. 3. p.1335-1344. 1994.

33-Dunbar, C.; Bursztyn, D. The slope method for prescribing exercise with ratings of perceived exertion (RPE). *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 83. Num. 1. p.91-97. 1996.

34-Dunbar, C.; Kalinski, M. Using RPE to regulate exercise intensity during a 20-week training program for postmenopausal women: a pilot study. *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 99. Num. 2. p.688-690. 2004.

35-Ehrenstein, W.; Ehrenstein, A. Psychophysical methods. Modern techniques in neuroscience. Leipzig: Leipzig University, p.1211-1241. 1999.

36-Eston, R.; Brodie, D. Responses to arm leg ergometry. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 20. Num. 1. p.4-6. 1986.

37-Eston, R.; Williams, J. Exercise intensity and perceived exertion in adolescent boys. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 20. Num. 1. p.27-30. 1986.

38-Eston, R.; Brodie, D. Responses to arm and leg ergometry. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 20. Num. 1. p.4-6. 1986.

39-Eston, R.; Williams, J. Reliability of ratings of perceived effort regulation of exercise intensity. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 22. Num. 4. p.153-155. 1988.

40-Eston, R. Use of ratings of perceived exertion in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 7. p.175-182. 2012.

41-Faulkner, J.; Eston R. Perceived exertion research in the 21st century: developments reflections and questions for the future. *Journal of Exercise Science and Fitness*. Vol. 6. Num. 1. p.1-14. 2008.

42-Finkelstein, I.; Kanitz, A.; Bgeginski, R.; Figueiredo, P.; Alberton, C.; Stein, R.; Kruehl, L. Comparison of the rating of perceived exertion and oxygen uptake during exercise between pregnant and non-pregnant women and between water and land-based exercise. *Brazilian Journal of Sports Medicine*. Vol. 18. Num. 1. p.13-16. 2012.

43-Frankenhaeuser, M.; Post, B.; Nordheden, B.; Sjoeborg, H. Physiological and subjective reactions to different physical works loads. *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 28. Num. 2. p.343-349. 1969.

44-Foster, C.; Florhaug, J.; Franklin, J.; Gottschall, L.; Hrovation, L., Parker, S.; Doleshal, P.; Dodge, C. A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 15. Num. 1. p.109-115. 2001.

45-Garcin, M.; Vandewalle, H.; Monod H. A new rating scale of perceived exertion based on subjective estimation of exhaustion time: a preliminary study. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 20. Num. 1. p.40-43. 1999.

46-Garcin, M.; Billat, V. Perceived exertion scales attest to both intensity and exercise duration. *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 93. Num. 3. p.661-671. 2001.

47-Garcin, M.; Fleury, A.; Billat, V. The ratio HLa: RPE as a tool a appreciate overreaching in young high-level middle-distance runners.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

- International Journal of Sports Medicine. Vol. 23. Num. 1. p.16-21. 2002.
- 48-Garcin, M.; Wolff, M.; Bejma, T. Reliability of rating scales of perceived exertion and heart rate during progressive and maximal constant load exercise till exhaustion in physical education. International Journal of Sports Medicine. Vol. 24. Num. 3. p.285-290. 2003.
- 49-Garcin, M.; Fleury, A.; Mille-Hamard, L.; Billat, V. Sex-related difference in rating of perceived exertion and estimated time limit. International Journal of Sports Medicine. Vol. 26. Num. 4. p.675-681. 2005.
- 50-Garcin, M.; Danel, M.; Billat, V. Perceptual responses in free vs. constant face exercise. International Journal of Sports Medicine. Vol. 29. Num. 6. p.453-459. 2008.
- 51-Hassmén, P. Perceptual and physiological responses to cycling and running in group of trained and untrained. European Journal of Applied Physiology. Vol. 60. Num. 6. p.445-451. 1990.
- 52-Hill, D.; Cureton, K.; Grisham, C.; Collins, M. Effect of training on the rating of perceived exertion at the ventilator threshold. European Journal of Applied Physiology. Vol. 56. Num. 2. p.206-211. 1987.
- 53-Hughes, J.; Crow, R.; Jacobs Jr., D.; Mittelmark, M.; Leon, A. Physical activity, smoking, and exercise induced fatigue. Journal of Behavioral Medicine. Vol. 7. Num. 2. p.217-230. 1984.
- 54-Inbar, O.; Rostein, A.; Dlin, R.; Dotan, R.; Sulman, F. The effects of negative air ions on various physiological function during work in a hot environment. International Journal of Biometeorology. Vol. 26. Num. 2. p.153-163. 1982.
- 55-Jackson, A.; Dishman, R. Perceived submaximal force production in young adult males and females. Medicine and Science in Sports and Exercise. Vol. 32. Num. 3. p. 448-451. 2000.
- 56-Lagally, K.; Amorose, A. The validity of using prior ratings of perceived exertion to regulate resistance exercise intensity. Perceptual and Motor Skills. Vol. 104. Num. 2. p. 534-542. 2007.
- 57-Leitch, A.; Hopkin, J.; Ellis, D.; Merchant, S.; McHardy, G. The effect of aerosol ipratropium bromide and salbutamol on exercise tolerance in chronic bronchitis Thorax. Vol. 33. Num. 2. p. 711-713. 1978.
- 58-Manzi, V.; D'Ottavio, S.; Impellizzeri, F.; Chaouachi, A.; Chamari, K.; Castagna, C. Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol. 24. Num. 5. p.1399-1406. 2010.
- 59-Marin, P.; Santos-Lozano, A.; Santin-Medeiros, F.; Robertson, R.; Garatachea, N. Reliability and validity of the OMNI-vibration exercise scale of perceived exertion. Journal of Sports Science and Medicine. Vol. 11. Num. 3. p.438-443. 2012.
- 60-Marks, L.; Gescheider, G. Psychophysical scaling. In: Pashler, H.; Wixted, J. (Eds.). Stevens' handbook of experimental psychology. 3th ed., vol. 4. New York: Wiley & Sons, 2002. p.91-138.
- 61-Marks, L.; Florentine, M. Measurements of loudness, part I: methods, problems, and pitfalls. In: Florentine, M.; Popper, A.; Fay, R. (Eds.). Loudness. Hardcover: Springer, 2011. p.17-56.
- 62-Masin, S. A brief trip into the history of psychophysical measurement. In: Leth-Steensen, C.; Shoenherr, J. (Eds.). Proceedings of the twenty-eight annual meeting of the International Society for Psychophysics. Ottawa: Inle, 2012. p.162-167.
- 63-Maw, G.; Boutcher, S.; Taylor, N. Ratings of perceived exertion and affect in hot and cool environments. European Journal of Applied Physiology. Vol. 67. Num. 2. p. 174-179. 1993.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

64-Milanez, V.; Pedro, R.; Moreira, A.; Boullosa, D.; Salle-Neto, F.; Nakamura, F. The role of aerobic fitness on session rating of perceived exertion in futsal players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 6. p.358-366. 2011.

65-Milanez, V.; Pedro, R. Aplicação de diferentes métodos de quantificação de cargas durante uma sessão de treinamento de karatê. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 18. Num. 4. p. 278-282. 2012.

66-Nakamura, F.; Perandini, L.; Okuno, N.; Borges, T.; Bertuzzi, R.; Robertson, R. Construct and concurrent validation of OMNI-Kayak rating of perceived exertion scale. *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 108. Num 3. p. 744-758. 2009 .

67-O` Sullivan, S. Perceived exertion: a review. *Physical Therapy*. Vol. 64. Num. 3. p. 343-346. 1984.

68-Pandolf, K. Influence of local and central factors in dominating rated perceived exertion during physical work. *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 46. Num. 3. p. 683-698. 1978.

69-Pandolf, K.; Cafarelli, E.; Noble, B.; Metz, K. Perceptual responses during prolonged work. *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 35. Num. 3. p. 975-985. 1972.

70-Pandolf, K.; Burse, R.; Golsman, R. Differentiated ratings of perceived exertion during physical conditioning of older individuals using leg-weight loading. *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 40. Num. 2. p. 563-574. 1975.

71-Pollock, M.; Wilmore, J. *Exercise in Health and Disease*. 2th ed. Pennsylvania: Saunders; 1990.

72-Richardson, L.; Ross, J. Loudness and telephone current. *Journal of General Psychology*. Vol. 3. Num. 2. p. 288-306. 1930.

73-Robertson, R.; Goss, F.; Michael, T.; Moyna, N.; Gordon, P.; Visich, P.; Kang, J.; Angelopoulos, T.; Da Silva, S.; Metz, K. Validity of the Borg perceived exertion scale for use in semirecumbent ergometry during immersion in water. *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 83, Num. 1, p. 3-13. 1996.

74-Robertson, R.; Goss, F.; Metz, K. Perception of physical exertion during dynamic exercise: a tribute to Professor Gunnar A. V. Borg. *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 86. Num. 1. p. 183-19. 1998.

75-Robertson, R.; Goss, F.; Boer, N.; Peoples, J.; Foreman, A.; Dabayeb, I.; Millich, N.; Balasekaran, G.; Riechman, S.; Gallagher, J.; Thompkins, T. Children`s OMNI scale of perceived exertion: mixed gender and race validation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 32. Num. 3. p. 452-458. 2000.

76-Robertson, R.; Goss, F.; Rutkowski, J.; Lenz, B.; Dixon, C.; Timner, J.; Frazee, K.; Dubé, J.; Andreacci, J. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 35. Num. 2. p. 333-341. 2003.

77-Robertson, R.; Goss, F.; Dubé, J.; Rutkowski, J.; Dupain, M.; Brennan, C.; Andreacci, J. Validation of the Adult OMNI scale of perceived exertion for cycle ergometer exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 36. Num. 1. p. 102-108. 2004.

78-Shephard, R.; Kavanagh, T.; Mertens, D.; Yacoub, M. The place of perceived exertion ratings in exercise prescription for cardiac transplant patients before and after training. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 30. Num. 2. p. 116-121. 1996.

79-Stegmann, H.; Kindermann, W.; Schnabel, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 2. Num. 3. p. 160-165. 1981.

80-Stevens, S. On the theory of scales of measurement. *Science*. Vol. 103. Num. 2684. p. 677-680. 1946.

81-Stevens, S. On the psychophysical law. *The Psychological Review*. Vol. 64. Num. 3. p. 153-181. 1957.

82-Stevens, S. Issues in psychophysical measurement. *Psychologica*. Vol. 78. Num. 5. p. 426-450. 1971.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

83-Stevens, S.; Galanter, E. Ratio scales and category scales for a dozen perceptual continua. *Journal of Experimental Psychology*. Vol. 54. Num. 6. p. 377-411. 1957.

84-Stevens, S.; Harris, J. The scaling of subjective roughness and smoothness. *Journal of Experimental Psychology*. Vol. 64. Num. 5. p. 489-494. 1962.

85-Stevens, J.; Mack, J. Scales of apparent force. *Journal of Experimental Psychology*. Vol. 58. Num. 5. p. 405-413. 1959.

86-Tiggemann, C.; Pinto, R.; Krueel, L. A percepção de esforço no treinamento de força. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 16. Num. 4. p. 301-309. 2010.

87-Utter, A.; Kang, J.; Nieman, D.; Brown, V.; Dumke, C.; McAnulty, S.; McAnulty, L. Carbohydrate supplementation and perceived exertion during resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 19. Num. 4. p. 939-943. 2005.

88-Wallace, L.; Slattery, K.; Coutts, A. The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 23. Num. 1. p. 33-38. 2009.

89-Ward, D.; Bar-Or, O. Use of the Borg scale in exercise prescription for overweight youth. *Canadian Journal of Sports Science*. Vol. 15. Num. 2. p. 120-125. 1990.

90-Zamunér, A.; Moreno, M.; Camargo, T.; Graetz, J.; Rebelo, A.; Tamburús, N.; Da Silva, E. Assessment of subjective perceived exertion at the anaerobic threshold with the Borg CR-10 scale. *Journal of Sports Science and Medicine*. Vol. 10. Num. 1. p. 130-136. 2011.

Recebido para publicação 16/02/2013

Aceito em 01/05/2013