

Efeito da Experiência Atlética e de Diferentes Grupos Musculares na Percepção de Força

Renato de Moraes

Universidade Federal de São Carlos

Eliane Mauerberg-deCastro

Juliana Schuller

Universidade Estadual Paulista

Resumo—O objetivo do presente estudo foi verificar se diferentes níveis de sensibilidade e acurácia na percepção de força podem estar relacionados à experiência atlética e verificar se a acurácia depende do tipo de grupo muscular usado durante diferentes tarefas psicofísicas de percepção de força. Os sujeitos atletas (GA) e sedentários (GS) produziram e estimaram magnitudes de força através de: 1. pressionar manualmente um dinamômetro (DM); 2. erguer pesos na posição supino (SU) e 3. empurrar pesos na posição sentada (LP). Os resultados mostraram que GA e GS têm estilos diferentes de percepção de força. GS percebeu magnitudes de pesos mais próximas da escala real usada na tarefa LP. GA mostrou uma superconstância em ambas as tarefas SU e LP. Subconstância foi comum para ambos os grupos na tarefa DM. O GA tendeu a superestimar as magnitudes terminais dos pesos levantados nas tarefas SU e LP e demonstrou pouca sensibilidade às mudanças de baixa intensidade.

Palavras-chaves: percepção de força, experiência atlética, grupo muscular, tarefas psicofísicas

Abstract—“Effects of Athletic Experience and Muscle Groups on Force Perception.” The purpose of this study was to verify whether or not different levels of sensitivity and accuracy of force perception would be related to athletic experience and to verify whether or not accuracy depends on type of muscle groups used during different psychophysical tasks of force perception. Subjects with athletic experience (GA) and sedentaries (GS) produced and estimated magnitudes of force by: 1. pressing manually a dynamometer (DM); 2. arm lifting in a supine position (SU) and 3. leg pressing in a sitting position (LP). Results showed that GA and GS groups had different styles of force perception. The GS perceived magnitudes of weights closer to the real scale used in the LP task. The GA exhibited superconstancy during both SU and LP tasks. Underconstancy was common for both groups in the DM task. The GA tended to overestimate the terminal magnitudes of lifted weights in the SU and LP tasks. However, they were not very sensitive to changes of weights of low intensity.

Key Words: force perception, athletic experience, muscle group, psychophysical tasks

Introdução

Ações diárias como transportar ou levantar objetos de dimensões e massas diferentes implicam em inúmeras experiências entre o corpo em movimento, forças gravitacionais, atrito e propriedades físicas dos objetos. Esta interação, à qual estamos acostumados, é o resultado de uma série de contrações musculares que garantem níveis posturais variados concomitantes com tarefas específicas. Essa rotina de experiências com forças aplicadas aos objetos/ambiente nos permite perceber, nas situações cotidianas, se uma cadeira tem mais massa do que uma mesa, se uma posição do corpo é melhor que outra para levantar um objeto, entre outros exemplos. Ou seja, nós, seres humanos, podemos realizar medidas bastante “calibradas” em torno das forças resultantes de ações que realizamos no nosso dia-a-dia. Esta medida intrínseca da força resultante é mais

conhecida como força subjetiva e é considerada como um dos contínuos perceptivos clássicos estudados em psicofísica (Stevens & Mack, 1959; Borg, 1962; Noble & Robertson, 1996).

Percepção e psicofísica

A psicofísica é uma área de estudo dentro da psicologia interessada em entender a relação entre estímulo físico (mundo real) e sensação humana (realidade subjetiva) (Noble & Robertson, 1996). A psicofísica moderna foi desenvolvida por S. S. Stevens em 1953 (DaSilva, 1984). Stevens (1975) desenvolveu a lei psicofísica que estabelece que se um dado estímulo aumenta, a intensidade da percepção em torno deste estímulo cresce de acordo com um princípio básico comum, ou seja, razões iguais do estímulo produzem razões iguais da percepção. Esta razão invariante identifica que a

lei psicofísica é uma função potência. Em cada uma das modalidades sensoriais, a magnitude da percepção (R) cresce como uma função da magnitude do estímulo (E). Em termos de uma equação pode ser descrita como segue na Equação abaixo:

$$R = K * E^n$$

onde, *k* é uma *constante escalar* que depende da unidade de medida e o *expoente (n)* serve como um tipo de assinatura que pode diferir de um contínuo sensorial para outro.

Segundo Dasilva e Macedo (1983), o expoente é um índice de sensibilidade perceptiva. Esta sensibilidade está diretamente relacionada com a magnitude do expoente. Um expoente igual a 1,0 significa que a função potência se reduz a uma relação linear entre estímulo e resposta (constância perceptiva). De outro lado, quanto menor o expoente, menor a sensibilidade perceptiva (subconstância perceptiva) e quanto maior o expoente, maior a sensibilidade perceptiva (superconstância perceptiva). Além disso, a análise direta de cada par estímulo-resposta permite fazer uma análise quanto à subestimação e superestimação das respostas em função do estímulo dado. Quando a resposta é maior do que o valor do estímulo há uma superestimação e quando a resposta dada é menor do que o valor do estímulo há uma subestimação.

A lei psicofísica de potência foi elaborada utilizando procedimentos de medição direta (Guirao, 1980). No presente estudo dois métodos de medição direta foram utilizados: estimacão de magnitude e produçao de magnitude. Estes métodos serao explicados posteriormente.

Percepçao de força

Com o advento da lei psicofísica de potência, vários trabalhos foram desenvolvidos para a obtençao do expoente para força à partir da função psicofísica de potência (Stevens & Mack, 1959; Eisler, 1962; Stevens & Cain, 1970; Cooper, Grimby, Jones & Edwards, 1979). Jones (1986), num trabalho de revisao, verificou que o expoente para força estende-se de 0,8 a 2,0 entre os diversos estudos envolvendo percepçao de força. Na visao de Stevens (1975), esta amplitude de valores do expoente da função psicofísica resulta das variaçoes nos procedimentos experimentais que contaminam o modo dos observadores fornecerem os julgamentos da magnitude do estímulo sensorial.

Estudos envolvendo a utilizaçao de um dinamômetro manual com métodos psicofísicos diferentes encontraram expoentes variando de 1,6 e 1,7 (estimacão de magnitude) a 2,0 (produçao de razao e produçao de magnitude) (Stevens & Mack, 1959; Stevens & Cain, 1970). O trabalho de Eisler (1962) foi pioneiro no sentido de estudar grupos musculares diferentes numa tarefa de emparelhamento intra-modal. Eisler (1962) mediu a força subjetiva na tarefa de pressionar um pedal com o pé. Um dos experimentos consistiu em emparelhar pressao com o pé com pressao manual e vice-versa. Neste experimento, tanto na primeira situacão quanto na segunda, o expoente foi próximo a 1,0. Isto significa dizer que, ambos os contínuos aceleram de acordo com uma função potência de mesmo expoente.

Cooper et al. (1979) também estudaram grupos musculares diferentes. Eles estudaram a percepçao de força em grandes (quadriceps) e pequenos (adutor do polegar) grupos musculares usando métodos de estimacão e produçao de magnitude. Os resultados geraram expoentes de 0,7 (estimacão de magnitude) e 1,0 (produçao de magnitude). Além disso não foi verificado diferençaa entre os grupos musculares testados. Eles encontraram também uma alta correlaçao entre esforço percebido e força produzida como Borg¹ (1962) já havia evidenciado anteriormente em seu estudo sobre esforço percebido no cicloergômetro.

As descobertas destes estudos apontam para uma variaçao nos resultados de percepçao de força. Assim, a variaçao pode ser devida à fatores diversos não controlados em laboratório. Um dos exemplos é o fato de que as consequências da prática esportiva em torno da especializaçao do controle motor e do funcionamento perceptivo são praticamente ignoradas. Outros aspectos, além das implicaçoes metodológicas são: a) recrutamento de outras estruturas neuro-músculo-esqueléticas e b) o estado funcional e maturacional do sistema perceptivo (por exemplo, a presençaa de uma deficiência ou a idade). Estes argumentos se tornam bastante fortes quando observamos a precisao motora de gestos desportivos de atletas nas modalidades e tarefas esportivas em geral. Determinar a influéncia da atividade física sobre níveis de percepçao e acurácia tem valor fundamental para entender o processo em torno da performance perfeita em esporte de alto nível.

Schuller (1993), em seu estudo sobre percepçao de distância percorrida após uma corrida, evidenciou que a experiência atlética é um fator diferencial na melhora do julgamento de esforços dispendidos sob a égide de processos perceptivos. Neste estudo, a atividade física foi vista como uma variável a ser considerada para explicar os diferentes níveis de acuidade em julgamentos de esforço durante a corrida para indivíduos com experiência atlética comparados com sedentários.

Além da experiência atlética, um outro fator que pode alterar o julgamento perceptivo é a fadiga. Gooch e Randle (1993) estudaram o efeito de uma contraçao voluntária máxima (CVM) no julgamento de uma pequena quantidade de força. Eles encontraram que os sujeitos aplicaram mais força depois de 1 minuto de CVM para igualar uma pequena força de flexao do cotovelo.

Para atletas de alto nível que buscam melhoras mínimas de performance, a aplicaçao de uma força um pouco mais intensa do que a necessária pode significar erro e consequentemente uma queda de performance. Daí existe a necessidade do atleta em ajustar precisamente seus parâmetros em relaçao aos estímulos do ambiente para garantir a adaptaçao, que se resume em melhora e em precisao da performance atlética.

Uma vez que no meio esportivo as regulaçoes do esforço e da açao em si são exigências rotineiras ao atleta, algumas questões são aqui levantadas: 1) Pode a experiência esportiva ou,

¹ Borg investigou uma gama diversa de modalidades de percepçao de esforço. Seu interesse principal foi combinar os aspectos fisiológicos e psicológicos da percepçao de esforço.

ao contrário, o sedentarismo exercer um papel restritor na performance em tarefas psicofísicas? 2) Pode uma possível tendência escalar nos julgamentos perceptivos durante a ação depender do tamanho dos grupos musculares e de seus volumes (nível de hipertrofia)? 3) Se a partir de tarefas onde a magnitude dos estímulos tem um intervalo escalar progressivo, será que a gradação dos esforços segue uma tendência escalar linear, consistente e correlacionada?

O objetivo do presente estudo foi comparar o julgamento de força de indivíduos com experiência atlética recente com o julgamento de indivíduos sedentários em diferentes tarefas psicofísicas de estimacão e produçãõ de magnitude. Ainda, verificar se tarefas psicofísicas de julgamento de força, relacionadas com diferentes estruturas musculares, podem promover diferentes níveis de constância perceptiva de força.

Método

Sujeitos

Vinte sujeitos adultos de nível universitário foram voluntários neste estudo. Os sujeitos foram recrutados e divididos em dois grupos segundo duas características gerais: grupo de indivíduos com experiência atlética (GA)—indivíduos praticantes de atividade física regular com vivência esportiva recente—e grupo de sedentários (GS)—indivíduos que não praticam nenhuma atividade física regular e tampouco tiveram histórico de atividade atlética. Dez sujeitos foram então divididos em cada grupo. No GA a mediana da idade foi de 22,5 anos ($\pm 3,1$), enquanto que no GS a mediana da idade foi de 20,5 anos ($\pm 3,2$).

Material

Para o experimento de produçãõ de magnitude foi utilizado um dinamômetro (DM) de preensão manual com capacidade máxima de 50 Kg e intervalo de 1 Kg (Lafayette Instrument Co.). Para o experimento de estimacão de magnitude foram utilizados dois aparelhos de força popularmente conhecidos como “leg-press” (LP) e supino (SU) com capacidade mínima de 5 Kg e máxima de 180 Kg e 128 Kg, respectivamente e com intervalo de 7 Kg entre as massas, ambos da marca Righetto. O aparelho SU proporciona o exercício de extensão simultânea dos cotovelos na posição supina, ou seja, movimento dos membros superiores. O aparelho LP proporciona o exercício de extensão simultânea dos joelhos na posição sentada, ou seja, movimento dos membros inferiores. Tanto os aparelhos SU, LP quanto o DM tiveram seus mostradores de escala cobertos para evitar que os sujeitos vissem os valores das massas.

No experimento DM os sujeitos foram posicionados em pé com o cotovelo fletido em torno de 90°. O dinamômetro foi apoiado pelo experimentador e o sujeito realizou movimentos de preensão manual. No experimento LP, os sujeitos, sentados no aparelho, realizaram movimentos de extensão do jo-

elho para levantar as massas enquanto que no experimento SU os sujeitos, deitados, realizaram extensão do cotovelo para levantar as massas.

Procedimento experimental

Para o experimento DM foi utilizado o método psicofísico de produçãõ de magnitude, onde o sujeito ajustou os estímulos, cujas magnitudes foram proporcionais aos números apresentados pelo experimentador. Para o experimento LP e SU o método utilizado foi o de estimacão de magnitude onde o sujeito assinalou números proporcionais à intensidade do estímulo. Os sujeitos realizaram três séries de tentativas em cada aparelho, sendo que uma foi com os estímulos randomizados, outra com os estímulos em ordem ascendente e outra com os estímulos em ordem descendente.

Percepção de força manual através do dinamômetro

O sujeito foi solicitado a produzir no DM uma quantidade de força previamente estabelecida baseado num padrão determinado pelo teste de força máxima. O padrão foi estabelecido como sendo 50% do valor da força máxima, o qual tornou os parâmetros individualizados com base na magnitude da força máxima. Por exemplo: se o padrão correspondia a 20 Kg (50%), era solicitado ao sujeito que pressionasse, por exemplo, 8 Kg (20%) e assim sucessivamente com os seguintes estímulos: 20%, 30%, 40%, 50%, 60% e 70% da carga máxima. Antes de cada estímulo o padrão foi apresentado ao sujeito. O sujeito realizou o teste com uma mão e depois com a outra. Entretanto, somente os dados da mão dominante do sujeito foram aqui apresentados.

Percepção de força através de movimentos dos membros superiores (SU) e inferiores (LP)

Nos experimentos SU e LP, o sujeito foi solicitado a indicar, baseado em um padrão determinado pelo teste de força máxima, qual a quantidade de força presente durante a execução de um movimento nas respectivas posições típicas de cada aparelho de força. O padrão foi determinado através do teste de força máxima e, a partir do valor máximo alcançado pelo sujeito, foi selecionado o valor padrão como sendo 50% desse valor. A resposta do sujeito foi dada em número absoluto, ou seja, o padrão correspondia a um número inteiro (50) igual para todos os sujeitos e baseado neste número os sujeitos deram a sua resposta. Os estímulos, em número de seis, foram de aproximadamente 20%, 30%, 40%, 50%, 60% e 70% do valor da carga máxima definida individualmente. As massas apresentadas ao sujeito foram aproximadas devido a pré-fixação de quilagem típica nestas máquinas de força. Assim, foi utilizado o valor mais próximo do calculado com base na porcentagem da carga máxima. Qualquer valor pôde ser dado, exceto o número zero ou números negativos.

Análise dos dados

Os dados foram analisados através da função de potência proposta por STEVENS (1975). Para efeito de discussão dos nossos resultados foram consideradas as variáveis psicofísicas expoente (n) e constante escalar (k). A análise estatística incluiu o coeficiente de determinação (r^2) para verificar a variação da resposta em relação ao estímulo, a média aritmética (x) e o desvio-padrão (s). Para a variável dependente expoente (n) foi conduzida uma análise de variância para 3 fatores para verificar se houve diferença entre as variáveis independentes: grupo, aparelho e série de tentativa ($2 \times 3 \times 3$). O teste a posteriori de Tukey HSD (Q) foi conduzido para identificar, quando uma diferença significativa ocorreu durante as comparações, onde residiu esta diferença. O $\alpha \leq 0,05$ foi considerado para significância. Adicionalmente, foi calculado o erro relativo médio nos julgamentos de força para analisar a extensão da variabilidade direta das respostas a partir da subtração do estímulo físico pela resposta subjetiva.

Resultados

Produção de magnitude de força (DM)

Variabilidade nas respostas entre os sujeitos

Observando os valores da Tabela 1 notamos um r^2 alto para as 3 tentativas dos 2 grupos. Isto indicou uma boa relação entre estímulo e resposta para todos os sujeitos. O coeficiente de determinação (r^2) é uma medida da proporção de variação de uma variável determinada pela variação da outra. Assim, um r^2 de 0,79 significa que 79% da variação da resposta do sujeito pode ser explicada pela variação do estímulo. Além disso, notamos também que a constante escalar (k) apresentou um desvio-padrão alto, enquanto que o expoente (n) e o coeficiente de determinação (r^2) apresentaram um baixo desvio-padrão.

Na figura 1 está representado o erro relativo médio dos julgamentos no DM. O erro relativo médio positivo indica

superestimação e o erro relativo médio negativo indica subestimação. Analisando a Figura 1 verificamos que os sujeitos variaram suas respostas praticamente na mesma proporção entre as três séries de tentativas e entre os estímulos com poucas exceções. Os sujeitos do GA (Figura 1a) diminuíram o erro relativo médio a partir do estímulo de 40% e mantiveram-se constantes desta magnitude em diante. Os sujeitos do GS (Figura 1b) também diminuíram o erro relativo médio a partir do estímulo de 40% mas, por outro lado, eles não mantiveram-se constantes e exibiram um aumento do erro relativo no final da escala de valores.

Variabilidade nas respostas entre os grupos

Nas três séries de tentativas o GA apresentou um expoente médio menor do que o GS (Tabela 1). A constante escalar foi maior para o GA quando comparado ao GS (Tabela 1). Apesar dos sujeitos do GA e GS terem superestimado praticamente todas as respostas (Figura 1a e b e Figura 2a e b), o expoente foi menor do que 1,0 para ambos os grupos. Na figura 2a e 2b a reta sem marcador indica uma inclinação equivalente a um expoente igual a 1,0, onde estímulo e resposta tem o mesmo valor. As retas com marcadores acima da reta sem marcador indica uma superestimação das respostas. Além disso, a tendência da inclinação da reta ser mais paralela ao eixo do estímulo é um indicativo de subconstância perceptiva ($n < 1$).

Estimação de magnitude de força (SU e LP)

Variabilidade nas respostas entre os sujeitos

Os comportamentos dos sujeitos dos dois grupos no SU e LP foram muito similares em termos de variabilidade e valores psicofísicos. Os desvios-padrão tanto no SU quanto no LP indicaram alta variabilidade do expoente (Tabelas 2 e 3, respectivamente). O desvio-padrão no DM foi menor em relação ao SU e LP (Tabela 1). A variável k , como já havia ocorrido no DM, foi a variável que apresentou maior desvio-padrão (Tabelas 2 e 3). O r^2 alto indicou uma proporção baixa de va-

Tabela 1 - Média (x) e desvio padrão (s) do expoente (n), constante escalar (k) e coeficiente de determinação (r^2) para o GA e GS no aparelho dinamômetro (DM) nas 3 séries de tentativas: ascendente (A), descendente (D) e randomizada (R).

		GA			GS		
		n	K	r^2	n	K	r^2
A	x	0,58	7,19	0,79	0,66	5,69	0,81
	s	0,16	5,08	0,17	0,21	3,97	0,17
D	x	0,60	6,87	0,81	0,66	6,24	0,84
	s	0,16	5,29	0,15	0,24	6,02	0,10
R	x	0,56	8,37	0,83	0,72	5,75	0,77
	s	0,19	5,32	0,17	0,24	5,93	0,14

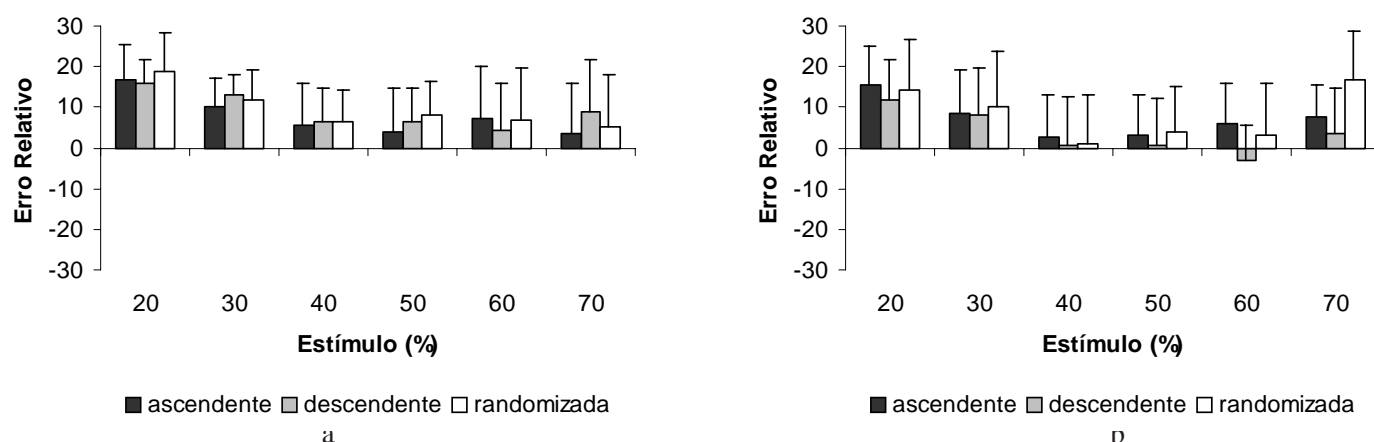


Figura 1 - Representação do erro relativo médio (barras) e seus respectivos desvios-padrão (linhas verticais) para o GA (a) e GS (b) nas três séries de tentativas: ascendente, descendente e randomizada no aparelho DM.

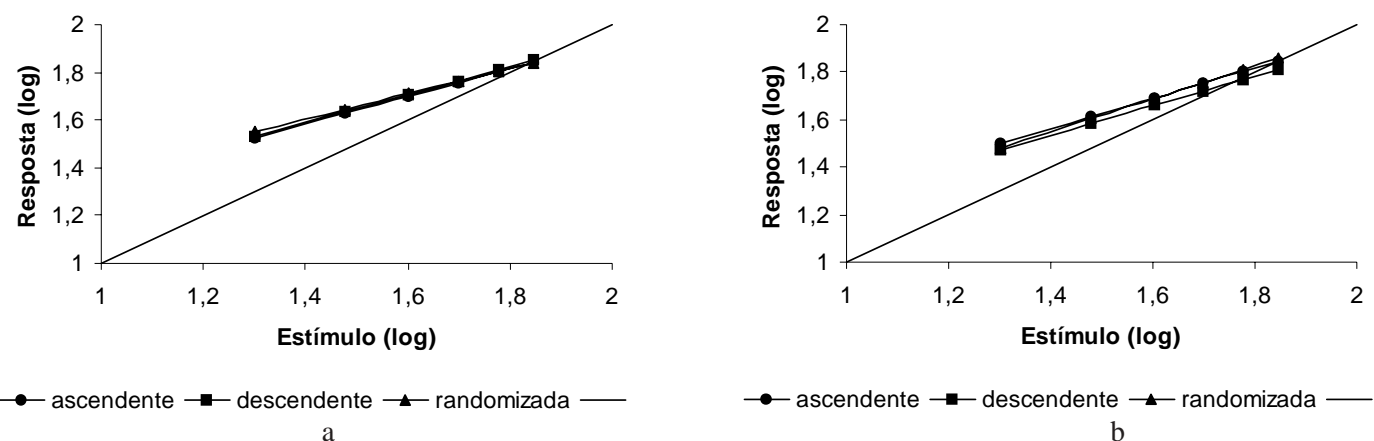


Figura 2 - Média das respostas dos sujeitos do GA (a) e GS (b) no aparelho DM nas três séries de tentativas: ascendente, descendente e randomizada.

Tabela 2 - Média (x) e desvio padrão (s) do expoente (n), constante escalar (k) e coeficiente de determinação (r²) para o GA e GS no aparelho supino (SU) nas 3 séries de tentativas: ascendente (A), descendente (D) e randomizada (R).

		GA			GS		
		n	K	r ²	n	K	r ²
A	x	1,59	3,29	0,93	1,05	5,64	0,95
	s	1,09	5,76	0,06	0,86	8,39	0,03
D	x	1,42	2,60	0,94	1,04	4,41	0,94
	s	0,74	5,66	0,04	0,78	6,64	0,06
R	x	1,61	2,91	0,94	1,19	4,10	0,93
	s	0,97	5,78	0,05	0,94	6,91	0,05

Tabela 3 - Média (x) e desvio padrão (s) do expoente (n), constante escalar (k) e coeficiente de determinação (r^2) para o GA e GS no aparelho *leg-press* (LP) nas 3 séries de tentativas: ascendente (A), descendente (D) e randomizada (R).

		GA			GS		
		n	K	r^2	n	K	r^2
A	x	1,65	3,60	0,87	1,21	2,73	0,90
	s	0,98	8,79	0,12	0,61	4,68	0,05
D	x	2,04	3,33	0,95	1,34	2,11	0,94
	s	1,21	7,45	0,04	0,70	3,60	0,03
R	x	1,99	1,75	0,86	0,97	2,83	0,89
	s	1,18	4,63	0,10	0,38	4,15	0,08

riabilidade entre estímulo e resposta para todos os sujeitos nos dois aparelhos.

A análise do erro relativo médio no aparelho SU (Figura 3) apontou para duas diferenças importantes: os sujeitos do GS (Figura 3b) exibiram uma tendência de subestimação maior do que o GA (Figura 3a) no estímulo maior e, ao mesmo tempo, uma leve tendência de superestimação no menor estímulo.

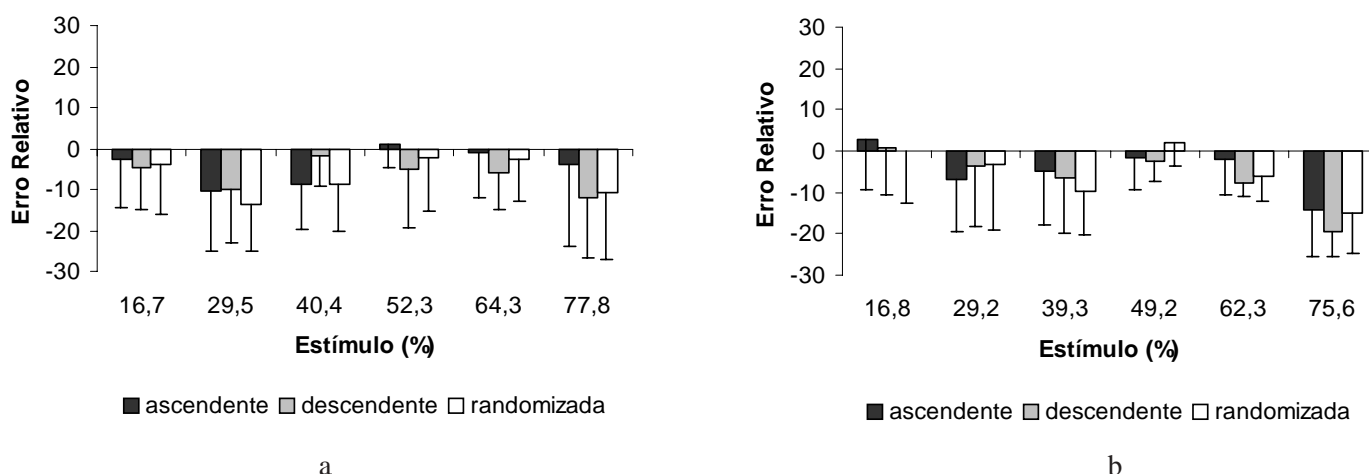
A análise da Figura 4 permitiu observar que os sujeitos do GS exibiram um erro relativo médio em todos os estímulos menor do que os sujeitos do GA. Além disso o GS tinha um desvio-padrão menor para todos os estímulos, exceto no maior estímulo (69,6%). Os sujeitos do GS subestimaram as respostas praticamente para todos os estímulos, enquanto que os sujeitos do GA subestimaram até o estímulo-padrão (50,2%), e depois exibiram uma tendência a superestimação até o final

do contínuo de estímulos.

Variabilidade nas respostas entre os grupos

Observando as Tabelas 2 e 3 podemos perceber que o valor do expoente para os dois grupos foi um pouco maior para o LP em comparação ao SU (com apenas uma exceção, na série randomizada para o GS, onde ocorreu o inverso). Podemos observar também que os sujeitos do GA exibiram um expoente médio maior do que o do GS nas três séries de tentativas, indicando uma tendência à superconstância.

Apesar da subestimação evidenciada para a maioria das respostas dadas no SU e LP (análise do erro relativo médio) houve uma tendência a superconstância para os sujeitos dos dois grupos nestes dois aparelhos (mais acentuado para o GA). A análise da Figura 5 exemplifica claramente esta situação. O

**Figura 3** - Representação do erro relativo médio (barras) e seus respectivos desvios-padrão (linhas verticais) para o GA (a) e GS (b) nas três séries de tentativas: ascendente, descendente e randomizada no aparelho SU.

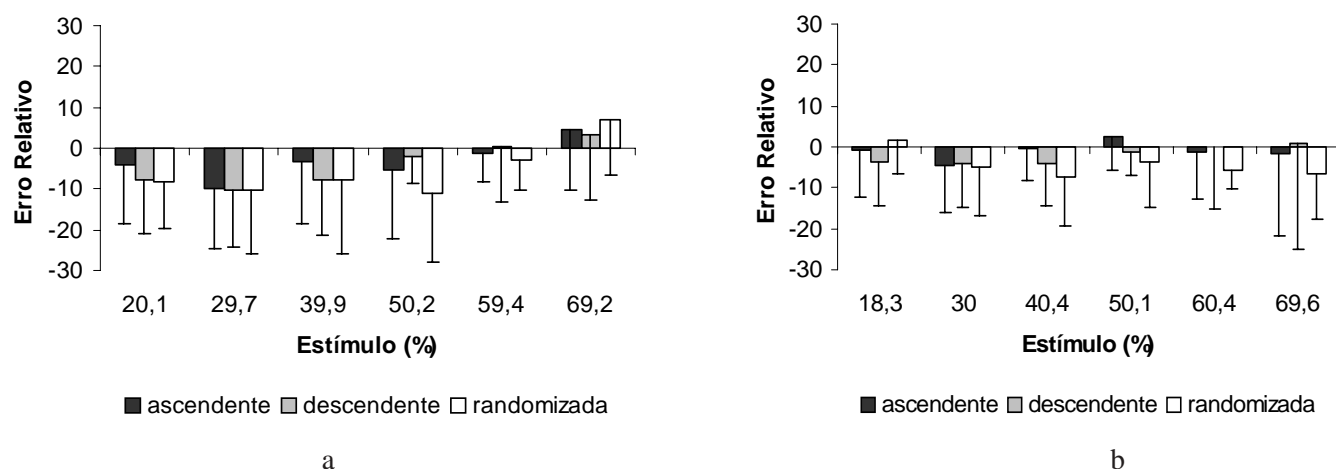


Figura 4 - Representação do erro relativo médio (barras) e seus respectivos desvios-padrão (linhas verticais) para o GA (a) e GS (b) nas três séries de tentativas: ascendente, descendente e randomizada no aparelho LP.

sujeito deste exemplo utilizou um intervalo absoluto muito alto e, como consequência, os expoentes foram altos apesar da subestimação (as respostas estão abaixo da linha do ajuste entre as escalas). Para os estímulos baixos este sujeito respondeu muito abaixo do valor do estímulo e para os estímulos altos ele respondeu próximo ao valor real do estímulo. Este comportamento levou ao aumento da inclinação da reta e consequentemente do valor do expoente. A tendência da inclinação da reta ser mais paralela ao eixo da resposta é um indicativo de superconstância perceptiva (e.g., $n > 1,0$). Os expoentes, para este sujeito, em cada série foram: 3,89, 2,71 e 3,66, respectivamente nas séries ascendente, descendente e

randomizada. O r^2 foi alto para todas as tentativas (0,82, 0,89 e 0,93).

Efeito da experiência atlética e da tarefa psicofísica

A análise da variância para três fatores (2 grupos x 3 aparelhos x 3 séries de tentativas) indicou efeito principal para grupo ($F_{1,162} = 9,166$, $p \leq 0,003$) e aparelho ($F_{2,162} = 21,697$, $p \leq 0,0001$). Para a série de tentativa não houve diferença estatística. A análise a posteriori de Tukey HSD (Q) indicou que a diferença no grupo ($Q_{2,162} = 2,793$, $p \leq 0,05$) residiu entre o par GS ($0,98 \pm 0,66$) e GA ($1,34 \pm 1,03$). Para o aparelho, a

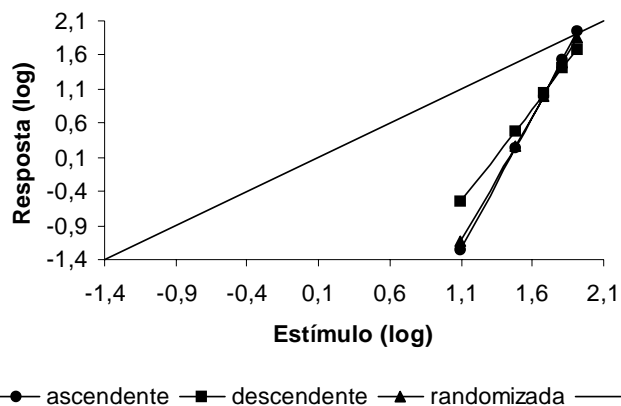


Figura 5 - Respostas de um sujeito do GA nas três séries de tentativas: ascendente, descendente e randomizada no aparelho SU. A linha sem marcador indica uma inclinação equivalente a um expoente igual a 1,0.

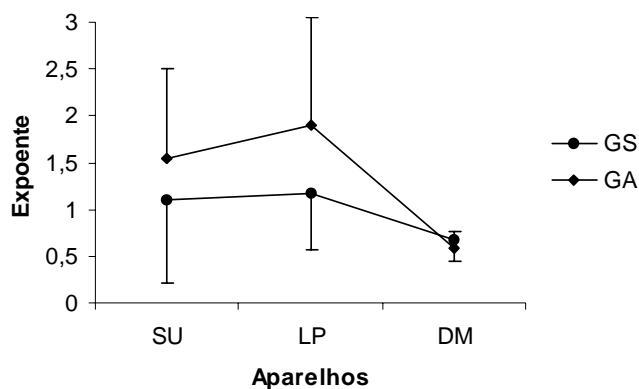


Figura 6 - Valores médios dos expoentes e respectivos desvios-padrão para as tarefas SU, LP e DM dos GS e GA.

análise a posteriori de Tukey HSD (Q) indicou que a diferença ($Q_{3,162} = 3,345$, $p \leq 0,05$) residiu entre o par SU ($1,32 \pm 0,94$) e DM ($0,63 \pm 0,21$) e entre o par LP ($1,53 \pm 0,99$) e DM ($0,63 \pm 0,21$).

Além do efeito principal de grupo e aparelho, a interação grupo com aparelho foi significativa ($F_{2,162} = 4,219$, $p \leq 0,016$). Na Figura 6 podemos observar que enquanto no SU e LP o GA tende a superconstância maior do que o GS no DM o GA tende a uma subconstância maior do que o GS.

Discussão

Os estudos sobre percepção de força têm apontado para expoentes menores no método de estimação de magnitude em comparação ao método de produção de magnitude (Jones, 1986). No presente estudo ocorreu o inverso. O método de produção de magnitude (DM) forneceu expoentes menores do que o método de estimação de magnitude (SU e LP). Três fatores podem ter influenciado os resultados do presente estudo. O primeiro fator está relacionado com a maior amplitude dos estímulos testados (de 20 a 70 % da força máxima) em contraste com àqueles relatados na literatura. DaSilva e Macedo (1983) colocaram que o valor do expoente para força tem alta dependência com a amplitude dos estímulos testados e expoentes altos estão associados com pequenas variações na amplitude. Tanto Stevens e Mack (1959) quanto Stevens e Cain (1970) utilizaram escalas de estímulos com amplitude menor do que as utilizadas no presente estudo. Assim, contrário aos experimentos aqui revisados, a variação na amplitude de estímulos adotada em nosso procedimento foi muito grande e isto pode ter contribuído para os baixos expoentes da tarefa com o aparelho DM. Mais precisamente, os expoentes neste estudo foram quase a metade daqueles descritos na literatura.

Outro aspecto fundamental é que a estrutura funcional músculo-esquelética pode ter implicações funcionais diferentes entre diferentes segmentos, afetando o estilo perceptivo e a acurácia nos julgamentos. Os grupos musculares envolvidos nas tarefas deste estudo foram predominantemente relacionados com uma coordenação grosseira e, desta forma, os pequenos ajustes requeridos pelas tarefas não tiveram o controle diferencial esperado. Entretanto, a sensibilidade do sistema envolvendo grandes grupos musculares pode, sob condições de familiaridade, estar relacionada com pequenos ajustes. Neste caso, poucas unidades musculares são envolvidas e as demais porções de musculatura ficam a cargo da manutenção postural. Um exemplo prático ocorre quando alguém pressiona o pedal do acelerador do carro calibrando a força de preensão para ajustar a velocidade do carro. A redução do número de unidades musculares na calibração do movimento depende de prática, o que aumenta a familiaridade com a tarefa.

O terceiro fator está associado com a presença do estímulo padrão. Os resultados do erro relativo médio (ERM) indicaram que para os três aparelhos houve uma diminuição do ERM em torno dos estímulos de 40% e 50%. Isto possivel-

mente reflete uma influência do estímulo-padrão no julgamento perceptivo dos sujeitos. Stevens (1975) e DaSilva e Macedo (1983) colocam que a presença de um estímulo padrão afeta a forma como os julgamentos perceptivos são realizados. Assim, os sujeitos tendem a ajustar melhor suas respostas quando os estímulos a serem julgados estão próximos ao padrão.

Entretanto, o comportamento dos sujeitos dos dois grupos foi diferente no DM em relação ao SU e LP. Enquanto no DM os sujeitos superestimaram no início da escala de estímulos, no SU e LP os sujeitos subestimaram os estímulos. Este comportamento provocou as diferenças no valor do expoente. Assim, parece que o estímulo padrão contribuiu para ajustar as respostas próximas e acima dele. Esta dificuldade foi mais acentuada no GA como podemos verificar através da interação significativa entre grupo e aparelho, representada na Figura 6. Dificilmente atletas trabalham com variações em exercícios de sobrecarga abaixo de 50% da força máxima. Assim eles estão mais habituados com variações próximas aos estímulos maiores. Este fato pode justificar a subestimação aumentada das respostas no início da escala de estímulos para os sujeitos do GA em comparação aos sujeitos do GS no SU e LP.

É fato que, à medida que as pessoas passam a praticar regularmente uma atividade física específica, elas passam a ser estimuladas submaximamente ou maximamente e, desta forma, podem perceber os estímulos de baixa dimensão como sendo muito fracos ou indiferenciados, e os estímulos de maior dimensão próximos do seu valor real ou superestimados. Através da análise de variância pudemos verificar que a experiência atlética foi um fator diferencial no julgamento perceptivo.

O valor do expoente está diretamente relacionado com a escala de respostas. Se a escala de respostas é grande (i.e., diferença maior entre o início e o final da escala de respostas) a inclinação da reta torna-se maior e o expoente, como consequência, também é maior, como podemos ver na Figura 5 (Stevens, 1975). Por exemplo, a análise do ERM no aparelho SU apontou que os sujeitos do GS exibiram uma tendência de subestimação maior do que o GA no estímulo maior e uma leve tendência de superestimação no menor estímulo. Isto ajuda a explicar o menor valor do expoente do GS em relação ao GA. A escala de respostas do GS foi menor do que a do GA.

A limitação do “design” dos aparelhos SU e LP pode contribuir para o entendimento das discrepâncias dos resultados deste estudo com os da literatura. Contrário à linearidade de magnitude proporcionada pelo DM, as magnitudes de SU e LP foram escolhidas de estímulos que aumentavam aos saltos. A quilagem de aparelhos de força aumenta de 7 em 7 Kg. Sete quilos podem representar pouca variação entre os estímulos finais, mas certamente representa uma perda de informação no início da escala psicofísica. Stevens (apud Jones, 1986) chamou a atenção em seus estudos sobre o fato de que variações muito amplas e irregulares da extensão dos valores do expoente são resultado das variações nos procedimentos experimentais.

Na prática, iniciantes na atividade física e condicionamento físico acabam se envolvendo com incrementos inapropriados

em seu programa de treinamento. Por exemplo, o incremento de 10% de carga no exercício de um atleta pode representar um arredondamento injusto para um iniciante por causa do intervalo de cargas fixas nos aparelhos de força.

Do lado da literatura psicofísica, os estudos de percepção de força dinamométrica não levam em consideração que as amplitudes teste deveriam ser estabelecidas de valores proporcionais com a capacidade máxima de força individual. Os trabalhos de Stevens e Mack (1959), Eisler (1962) Stevens e Cain (1970), entre outros definem a escala de estímulos fixa para todos os sujeitos e desconsideram as diferenças individuais na capacidade de produzir força.

Em uma das hipóteses iniciais deste estudo, acreditávamos que para o aparelho DM os expoentes seriam mais próximos de 1,0, pois sabe-se que particularmente nas mãos o número de unidades motoras é maior do que nos membros inferiores (Machado, 1986). O expoente maior que 1,0 para SU e LP e menor que 1,0 para DM contraria a idéia de que o número de unidades motoras na mão (muito superior) permite perceber variações pequenas de amplitudes de estímulos em comparação com segmentos corporais grandes como os membros superiores e inferiores. Infelizmente as variações pequenas no DM foram provavelmente contaminadas pelo “design” do dinamômetro e, como consequência, os julgamentos no DM foram menos acurados comparados com os resultados provenientes da literatura. Vale ressaltar que o dinamômetro utilizado no presente estudo é um dinamômetro comercial construído com o objetivos de avaliar força máxima de preensão. Os dinamômetros utilizados nos estudos acima citados (Stevens & Mack, 1959; Stevens & Cain, 1970) foram construídos especificamente para a realização da pesquisa e permitiam maior suavidade no momento de execução da tarefa. A mecânica de preensão palmar e dos dedos da mão usando estes dinamômetros é diferente da mecânica requerida pelos dinamômetros desenhados para força máxima.

A idéia original de que a preensão dinamométrica permite julgamentos de precisão diferenciados dos julgamentos em SU e LP por causa das unidades motoras implícitas entre os diferentes segmentos corporais teve que ser reavaliada. Aparentemente o papel das unidades motoras nas tarefas de sensibilidade de força é apenas um aspecto da análise, o outro é a validade ecológica ou contextual de experimentos psicofísicos de percepção de força. No caso deste estudo, diferenças de julgamentos perceptivos podem estar na dependência da biomecânica e “status” fisiológico de cada indivíduo sob diferentes procedimentos experimentais. Este argumento se torna bastante forte quando olhamos a variabilidade alta entre sujeitos de cada grupo.

Conclusões

Concluimos que a experiência atlética foi um fator diferencial na percepção de força embora características de acurácia tenham sido influenciadas pelo estímulo-padrão, mecânica dos aparelhos de força e amplitude de estímulos. Ainda, a superconstância nos julgamentos do GA permitiu concluir que

estes indivíduos aparentemente têm dificuldade em calibrar estímulos de baixa magnitude porque sua rotina de atividade muscular resume-se predominantemente nos exercícios com altas cargas. Finalmente, as diferenças entre grupos, incluindo os níveis de variabilidade intra grupos, sugerem que a percepção de força segue estilos perceptivos diferentes governados por fatores ambientais, “status” biológico ou psicológico e demandas da tarefa.

Referências

- Borg, G. (1962). Physical performance and perceived exertion. *Studia Psychologica et Paedagogica*, 11, 1-64.
- Cooper, D. F., Grimby, G., Jones, D. A. & Edwards, R. H. (1979). Perception of effort in isometric and dynamic muscular contraction. *European Journal of Applied Physiology*, 41, 173-80.
- DaSilva, J. A. & Macedo, L. (1983). A função potência na percepção - significado e procedimentos de cálculo do expoente. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 34 (4), 27-45.
- Eisler, H. (1962). Subjective scale of force for a large muscle group. *Journal of Experimental Psychology*, 64 (3), 253-57.
- Gooch, J. L. & Randle, J. (1993). Force perception before and after maximal voluntary contraction. *Perceptual and Motor Skills*, 76, 399-402.
- Jones, L. A. (1986). Perception of force and weight: theory and research. *Psychological Bulletin*, 100 (1), 29-42.
- Machado, A. B. M. (1986). *Neuroanatomia funcional*. São Paulo: Livraria Atheneu, 294p.
- Noble, B. J. & Robertson, R. J. (1996). *Perceived exertion*. 1.ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 320p.
- Schuller, J. (1993). *Comparação da percepção de distância percorrida em duas condições de velocidade, com e sem privação visual entre indivíduos atletas e não-atletas: uma análise psicofísica (monografia)*. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Stevens, J. C. & Mack, J. D. (1959). Scales of apparent force. *Journal of Experimental Psychology*, 58 (3), 405-413.
- Stevens, J. C. & Cain, W. S. (1970). Effort in isometric muscular contractions related to force level and duration. *Perception & Psychophysics*, 8 (4), 240-44.

Nota do autor

Os autores agradecem as sugestões da Profa. Dra. Lilian T. B. Gobbi durante a análise estatística deste trabalho e as sugestões dos pareceristas anônimos da Motriz.

Endereço:
Renato de Moraes
Rua 8, 2364
Rio Claro, SP 13500-210

Fone/Fax: (x19) 534-3228
e-mail: rmoraes@rc.unesp.br
rmoraes@linkway.com.br