

# Diferenças no arremesso de jogadores de basquete em cadeira de rodas e convencional

## Differences of free-throw shot in wheelchair basketball and conventional players

Giovana Duarte Eltz<sup>1</sup>, Enaile Farias Moraes<sup>2</sup>, Cíntia Mussi Alvim Stocchero<sup>3</sup>, Clarice Sperotto dos Santos Rocha<sup>4</sup>, Mauro Gomes Matos<sup>5</sup>

### RESUMO

O basquete em cadeira de rodas (BCR) segue praticamente as mesmas regras do basquete convencional (BC). **Objetivo:** Avaliar a ativação eletromiográfica dos músculos peitoral maior (PM), deltóide anterior (DA) e tríceps braquial (TB) durante o arremesso em atletas de BC e BCR. **Método:** Estudo transversal, no qual onze sujeitos foram submetidos a uma avaliação eletromiográfica dos músculos PM, DA, TB no membro que realiza o arremesso. Foi utilizado um eletromiógrafo de 4 canais (Miotec/Brasil) (2000Hz/canal). **Resultados:** Na comparação entre os músculos, o grupo BC mostrou diferença significativa, sendo observada maior ativação do músculo DA em relação aos demais, já no grupo BCR, não houve diferença. Na comparação entre os grupos, o músculo PM mostrou maior ativação no grupo BCR, enquanto o músculo DA estava mais ativo no grupo BC. O músculo TB não apresentou diferença significativa entre os grupos. **Conclusão:** A partir dos resultados do presente estudo os atletas dos grupos BC e BCR apresentaram diferenças na ativação elétrica durante o movimento do arremesso. Entretanto ambos os grupos ativaram mais o DA, seguido do TB e o músculo menos ativado foi o PM, sendo estas diferenças mais visíveis no grupo BC.

**Palavras-chave:** Esportes para Pessoas com Deficiência, Basquetebol, Extremidade Superior, Eletromiografia

### ABSTRACT

Wheelchair Basketball (WB) follows almost the same rules as Conventional Basketball (CB). **Objective:** Evaluate the electromyographic (EMG) activation of the pectoralis major (PM), anterior deltoid (AD), and triceps brachii (TB) muscles during shooting in CB and WB athletes and to verify whether there is any difference in muscle activation between the categories. **Method:** Comparing two groups in a transversal study, CB and WB, in which eleven individuals submitted to an electromyographic examination, of muscles PM, AD, TB on the extremity that was doing the shooting. We used a 4-channel EMG (Miotec/Brazil) (2000Hz/channel). **Results:** Comparing the muscles, the CB group showed a significant difference: greater AD muscle activation compared to the others; however in the WB group, no differences were found. When comparing between the groups, the PM muscle showed greater activation in the WB group, while the AD muscle was more active in the CB group. The TB muscle showed no difference between groups. **Conclusion:** From these results, the athletes from the CB and WB groups showed differences in muscle activation during shooting. However, both groups activated the AD the most, followed by the TB. The least active muscle was the PM, and these differences were more visible in the CB group.

**Keywords:** Sports for Persons with Disabilities, Basketball, Upper Extremity, Electromyography

<sup>1</sup> Fisioterapeuta, Mestrado em Ciências da Reabilitação.

<sup>2</sup> Fisioterapeuta.

<sup>3</sup> Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS.

<sup>4</sup> Fisioterapeuta, Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

<sup>5</sup> Fisioterapeuta, Centro Universitário Metodista, Instituto Porto Alegre da Igreja Metodista – IPA.

Endereço para correspondência:

Giovana Duarte Eltz

Rua, 13b

CEP 13506-748

Rio Claro - SP

E-mail: giovanade@gmail.com

Recebido em 21 de Novembro de 2014.

Aceito em 14 Setembro de 2015.

DOI: 10.5935/0104-7795.20150028

## INTRODUÇÃO

O arremesso tem sido considerado o fundamento mais importante do basquetebol.<sup>1</sup> Em se tratando de basquete em cadeira de rodas (BCR), sabe-se que os atletas têm diferentes graus de limitação física, por tanto, no intuito de garantir uma competição justa para os atletas, foi criada em 1982 a classificação funcional. Esse sistema se baseia na observação dos movimentos dos atletas e suas habilidades durante apresentações na prática do esporte adaptado.<sup>2</sup>

A classificação é feita por uma equipe habilitada, avaliando um conjunto de ações desempenhadas pelo atleta na sua cadeira de rodas. Cada jogador recebe uma pontuação que varia de 1,0 a 4,5 sendo que a soma total dos atletas, de um time, em quadra não deve ultrapassar 14 pontos.<sup>2</sup> Quanto à cadeira de rodas apropriada a prática do basquete, existem algumas normas que são estabelecidas pela *International Wheelchair Basketball Federation* (IWBF). As medidas da quadra e as regras do basquete em cadeira de rodas seguem literalmente as regras do basquete convencional.<sup>3</sup>

A eletromiografia (EMG) se define pela mensuração da soma algébrica dos potenciais de ação das unidades motoras de um músculo por meio de eletrodos, o que torna possível estudar a atividade elétrica dos músculos durante determinada função, podendo provar, ou não, a efetividade de exercícios propostos para a reabilitação ou se um músculo é solicitado em determinado movimento e o quanto é solicitado.<sup>4</sup>

Poucos estudos na literatura avaliando a atividade elétrica dos músculos envolvidos no arremesso do basquete, e que comparem atletas de basquete convencional e em cadeira de rodas. Após a verificação da musculatura mais ativada no arremesso, podemos enfatizar a realização de atividades preventivas procurando diminuir os índices de lesões tanto em atletas convencionais quanto em atletas BCR. Não sabemos se há necessidade de uma abordagem diferenciada no treinamento para estes dois grupos, apesar de realizarem o mesmo esporte e gesto desportivo, não sabemos se a musculatura ativada nestes acontece de forma semelhante.

## OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar a ativação eletromiográfica dos músculos peitoral maior porção clavicular (PM), deltóide anterior (DA) e tríceps braquial porção longa (TB)

durante o arremesso, comparando a atividade dos músculos entre os atletas de basquete convencional e basquete em cadeira de rodas, assim como comparar a ativação entre os músculos em cada grupo.

## MÉTODO

Este estudo teve caráter transversal, incluindo praticantes de BC e de BCR da região metropolitana de Porto Alegre/RS, e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Metodista, do IPA sob o protocolo nº 264/09. Todos os atletas assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido por parte dos avaliados.

Foram incluídos neste estudo 11 indivíduos do sexo masculino, praticantes de basquete há no mínimo um ano, sendo seis BC e cinco BCR. A idade variou entre 25 e 45 anos e todos os indivíduos mantinham uma frequência de treinamento de, no mínimo, duas vezes por semana. Foram excluídos indivíduos que apresentassem lesões sintomáticas há menos de três meses em membros superiores (BC e BCR) e membros inferiores (BC). Os jogadores do grupo BCR eram amputados unilaterais, com classe funcional entre 3,5 e 4,5 e todos utilizavam cadeira de rodas como forma de locomoção diária.

O sinal eletromiográfico dos músculos PM, DA e TB foram coletados durante o movimento de arremesso de lance livre utilizando-se um eletromiógrafo (*Miotool* 400, Miotec®/Brasil) de quatro canais (resolução 14 bit, modo de rejeição comum 110db), com frequência de amostragem de 2000Hz por canal e pares de eletrodos (AG/AGCL com diâmetro de 2,2cm (*Meditrace*, Canadá), em configuração bipolar, através do *Software Miograph* 2.0. Foi realizada a redução da impedância da pele através da tricotomia dos pelos e assepsia com álcool 70%, seguindo as orientações da *International Society of Electrophysiology and Kinesiology*.<sup>5</sup> Todos os eletrodos foram posicionados conforme as normas do projeto SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*). O eletrodo de referência foi fixado na tuberosidade anterior da tibia do mesmo lado do membro avaliado.

Inicialmente foi realizado aquecimento livre com bola onde foram executados arremessos, bandejas e passes, com duração de dez minutos. A seguir, os atletas realizaram os arremessos, sendo considerado para o estudo o segundo arremesso convertido e validado de cada atleta. Os atletas que não converteram dois arremessos em cinco tentativas

aguardaram três minutos e realizaram o teste novamente. Os arremessos foram realizados em uma cesta com a mesma altura e distância, na linha do lance livre, adotadas oficialmente pela IWBF e pela Federação Internacional de Basquete (FIBA), tanto para os atletas convencionais, quanto para os atletas BCR. A bola adotada para este estudo foi a mesma para todos os indivíduos, pesando 0,555 kg.

Os cadeirantes portavam uma cadeira de rodas dotada dos requisitos exigidos pela IWBF e as faixas que constam no cartão de classificação funcional.

Para posterior normalização dos dados de ativação muscular de cada atleta nas tarefas testadas, foram realizadas contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) em posição de prova de função muscular antes da realização dos arremessos.<sup>6</sup>

Para análise do sinal eletromiográfico foi utilizado o programa SAD 32 (versão 2.61), sendo adotados os seguintes procedimentos: retirada do componente contínuo, eliminação do ganho, filtragem e recorte do sinal. Os sinais foram submetidos ao processo de filtragem por filtros FFT de terceira ordem do tipo *Butterworth* (20-500 Hz). Foi calculado o valor RMS (*root mean square*) para todos os músculos avaliados, sendo estes normalizados pelo valor RMS da CIVM de cada músculo para cada indivíduo. Para a análise dos dados foram calculadas as médias dos valores RMS normalizados para cada músculo dentro de cada grupo.

Na análise estatística o teste de *Shapiro-Wilk* foi utilizado para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Para a comparação entre grupos foi utilizado o Teste *T de Student* para amostras não pareadas. A ANOVA de fator único foi utilizada para as comparações dentro dos grupos. Foi utilizado o programa *GraphPad Prism* (versão 5.0) adotando-se nível de significância de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

As características dos grupos estão descritas na Tabela 1. Em relação à caracterização da amostra, foi observada diferença significativa para as variáveis de estatura e peso.

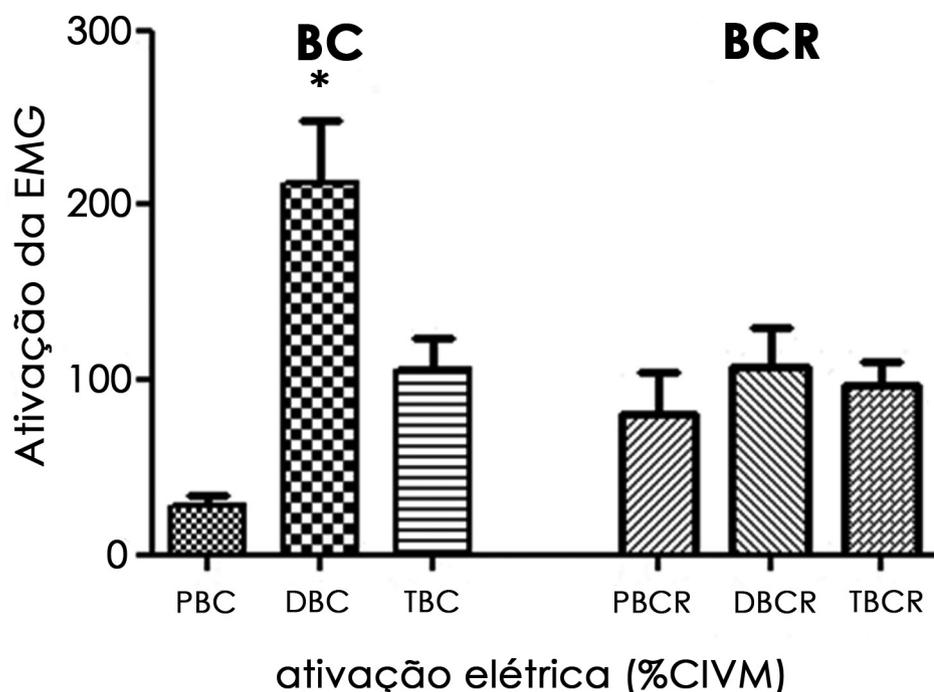
Na comparação entre a ativação elétrica dos músculos dentro do grupo BC, obteve-se diferença estatisticamente significativa entre eles, onde foi observada maior ativação do músculo DA em relação ao músculo PM ( $p < 0,001$ ) e em relação ao músculo TB ( $p < 0,001$ ) (Figura 1). Já no grupo BCR, não houve diferença estatisticamente significativa entre os músculos avaliados.

Na comparação entre os dois grupos, a atividade eletromiográfica do músculo PM

Tabela 1. Características dos grupos BC e BCR

Características	BC (n = 6)	BCR (n = 5)	Valor de p
Idade (anos)	32,17 ± 1,96	35,60 ± 2,62	0,311
Estatuta (m)	1,92 ± 0,03	1,740 ± 0,06	0,016
Peso (Kg)	107,2 ± 7,55	78,20 ± 5,70	0,016
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	28,84 ± 1,40	26,19 ± 2,63	0,375
Tempo de treinamento (anos)	14,83 ± 3,06	08,00 ± 2,78	0,137

\*Legenda: BC = Basquete Convencional; BCR = Basquete em Cadeira de Rodas; n = número de sujeitos; p = valor de significância estatística (p < 0,05)



\* PBC vs DBC p= 0,0003

\* DBC vs TBC p= 0,0003

Figura 1. Comparação da ativação EMG entre músculos no grupo BC e no grupo BCR.

foi maior no grupo BCR (p < 0,05) (Figura 2) enquanto a ativação do DA foi maior no grupo BC (p < 0,05) (Figura 3).

O músculo TB não apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação entre os grupos (Figura 4).

## DISCUSSÃO

O presente estudo não verificou diferença estatística em relação à média de idade, tempo de prática esportiva e IMC entre os grupos, apesar de ter apresentado diferença estatística em relação ao peso e altura destes atletas.

Apesar da altura dos atletas ter apresentado uma diferença estatística, a medida no grupo BCR foi feita em ortostase e a prática esportiva deste grupo é feita em sedestação, portanto esta diferença seria maior, caso tivéssemos levado em consideração a altura do sujeito em posição sentada. A estatura do jogador influencia no arremesso de basquete, estudo de Okazaki et al.<sup>7</sup> relatam que durante o lance livre a flexão de joelho é indiferente devido à estatura dos jogadores de basquete, quanto mais alto, menor é a movimentação das pernas, ficando os membros superiores como motor principal para realização do movimento. Em contrapartida estudo Okazaki et

al.<sup>8</sup> afirma que a impulsão através do movimento do membro inferior também é de grande importância para a melhora do arremesso, pois aumenta as alavancas do corpo e permite que a bola saia de uma altura maior em relação à cesta.

Estudos afirmam que a estatura e realizar impulso com os membros inferiores podem influenciar na execução do arremesso,<sup>7,9</sup> isso faz com que o grupo BCR, que possuem estatura reduzida, por estar em sedestação, e não pode realizar movimentos de impulsão, pelas regras da modalidade, possuam maior desvantagem em realizar o arremesso de lance livre em relação ao grupo BC. Portanto é provável que o grupo BCR tenha que adotar estratégias diferenciadas para realizar este movimento. Estudos de Elliott,<sup>10</sup> Miller e Bartlett<sup>11</sup> sugerem que uma maior flexão de ombro permite aos sujeitos aumentar a altura de lançamento da bola, sendo assim o grupo BCR necessita de uma maior ativação dos músculos flexores do ombro para a realização deste arremesso. É o que indica o estudo de Schwark et al.<sup>12</sup> que afirma que há uma demanda maior é no ombro durante um arremesso no BCR, a parte superior do braço tende a terminar numa posição mais vertical do que é observado para uma lance livre de um jogador convencional.

Nesta pesquisa observamos uma ativação muscular dos músculos DA, PM e TB no grupo BCR semelhante entre os músculos avaliados, provavelmente pela angulação do gesto desportivo ser mais elevada do que no BC, e por praticá-lo em sedestação, sem a utilização dos membros inferiores, outro estudo afirma que nesta modalidade os requisitos de força são elevados devido ao aumento da distância da cesta e que a capacidade-força-produção está reduzida devido à falta de energia disponível a partir dos membros inferiores.<sup>13</sup> Que vai de encontro com estudo de Malone et al.<sup>14</sup> que afirma que os jogadores BCR sendo posicionados mais baixo e a geração de forças propulsoras vindo principalmente dos braços e parte superior do corpo, parece razoável esperar que algum grau de modificação habilidade seria necessário.

Acreditamos que esta estratégia diferenciada para a realização do arremesso se faz necessária pela não utilização dos membros inferiores e baixa estatura para execução do movimento. Estes fatores podem estar diretamente relacionados à variabilidade do gesto, podendo assim gerar ativações semelhantes entre as musculaturas

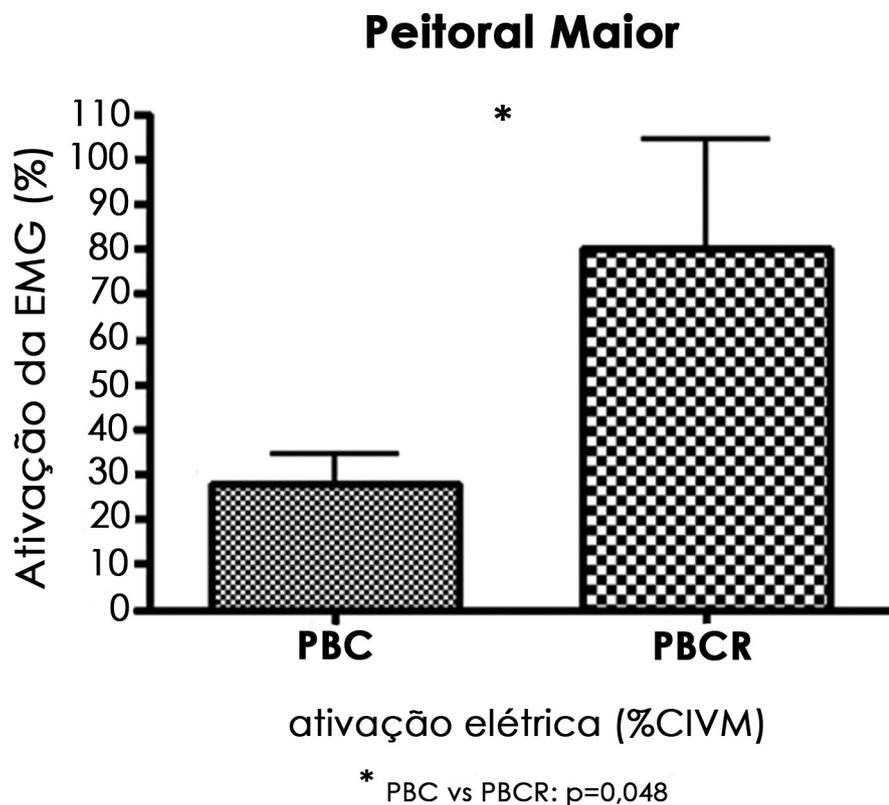


Figura 2. Comparação entre grupos do músculo Peitoral Maior

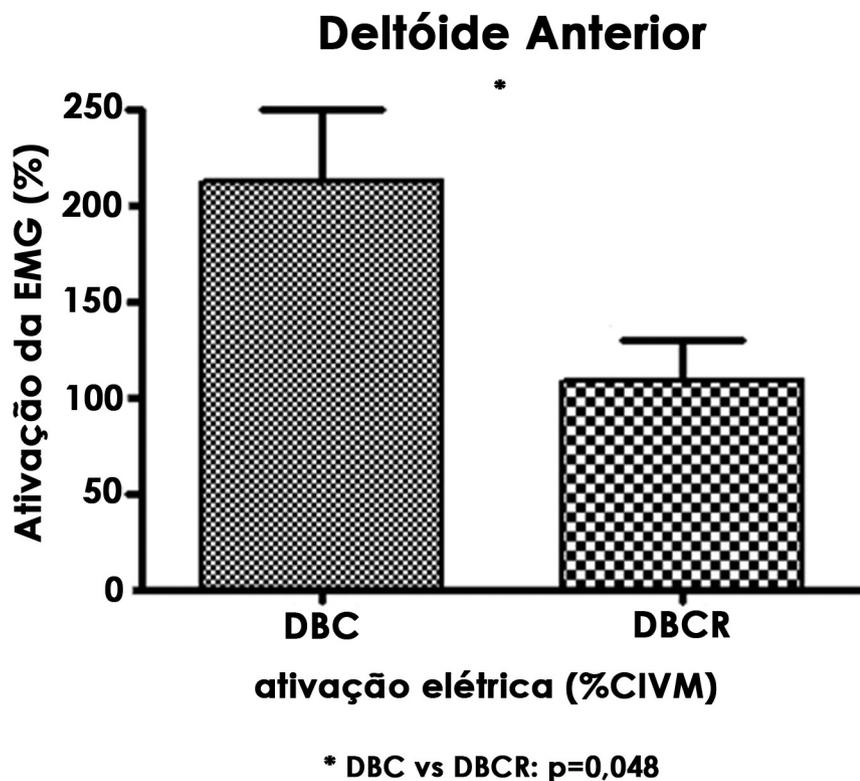


Figura 3. Comparação entre grupos do músculo Deltóide Anterior.

avaliadas. Outro fato que contribui para esta ativação tão semelhante é o fato destes três músculos serem os motores primários da propulsão da cadeira de rodas.<sup>15</sup>

O músculo DA, juntamente com o manguito rotador, são componentes motores necessários para a flexão do ombro e para a estabilização da articulação,<sup>16</sup> podendo justificar a sua maior ativação para ambos os grupos. No caso do BC essa ativação é mais visível, possivelmente isto ocorre porque há uma menor ativação do músculo PM para este grupo. Já no BCR a maior ativação também é do DA, entretanto observa-se uma ativação similar do músculo PM, possivelmente isto ocorre como uma forma de compensação e também por este músculo ser muito utilizado para a locomoção deste jogador.

Alguns autores têm considerado a extensão de cotovelo como o movimento mais importante no arremesso, pois esta articulação tem sido considerada a maior responsável por maximizar a velocidade no instante do lançamento da bola.<sup>13,17,18</sup> O músculo TB, responsável por este movimento, teve ativação semelhante entre os grupos, sugerindo que a mesma seja padrão. Em um estudo realizado por Zachry et al.<sup>19</sup> avaliou-se a EMG durante o arremesso de BC, do músculo deltoide medial e o TB, nesta pesquisa o TB teve maior ativação, já na nossa pesquisa o TB foi o segundo músculo mais ativado em ambos os grupos.

Estudo recente Ozmen et al.<sup>20</sup> mostra a importância programa de treinamento de força explosiva da extremidade superior na velocidade de *sprint* e na agilidade em atletas BCR. Força muscular é muito importante para os atletas de cadeira de rodas de basquete de competição. Por esta razão, é fundamental identificar quais as musculaturas são mais ativadas, no gesto mais fundamental do basquete: o arremesso.

A diferença da ativação de músculos dos membros superiores durante o arremesso entre atletas de basquete convencional e atletas cadeirantes foi verificada neste estudo. Essas informações podem ser importantes tanto para a melhora da técnica durante o treinamento dos atletas quanto para o embasamento das condutas fisioterapêuticas durante o tratamento e prevenção de possíveis lesões nesses atletas. O estudo avaliou uma amostra pequena em função da dificuldade de encontrar praticantes de BCR enquadrados nos critérios de inclusão, o que pode ser considerado uma limitação do estudo.

## CONCLUSÃO

A partir dos resultados do presente estudo pode-se concluir que os atletas dos grupos BC e BCR apresentaram diferenças na ativação elétrica

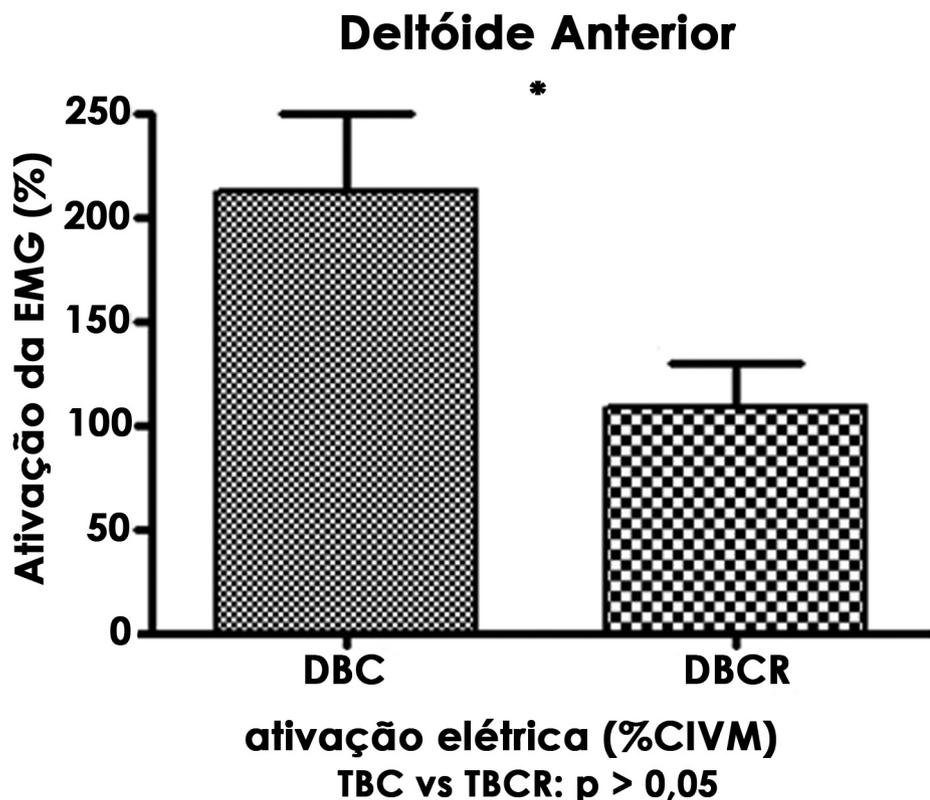


Figura 4. Comparação entre grupos do músculo Tríceps Braquial.

durante o movimento do arremesso. Entretanto ambos os grupos ativaram mais o DA, seguido do TB e o músculo menos ativado foi o PM, sendo estas diferenças mais visíveis no grupo BC.

## REFERÊNCIAS

- Oudejans RR, van de Langenberg RW, Hutter RI. Aiming at a far target under different viewing conditions: visual control in basketball jump shooting. *Hum Mov Sci.* 2002;21(4):457-80. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-9457\(02\)00116-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-9457(02)00116-1)
- International Wheelchair Basketball Federation [homepage in the Internet]. Winnipeg: IWBF; c2015 [cited 2015 Jan 10]. Available from: <http://www.iwbf.org/>
- Camargo NF, Gonzalez JS. Desporto adaptado a portadores de deficiência: basquete. Porto Alegre: UFRGS; 1996.
- Merletti R, Botter A, Troiano A, Merlo E, Minetto MA. Technology and instrumentation for detection and conditioning of the surface electromyographic signal: state of the art. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2009;24(2):122-34. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2008.08.006>
- Merletti R. Standards for reporting EMG data. *J Electromyogr Kinesiol.* 1999;9(1):3-4.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. Músculos: provas e funções. 4 ed. São Paulo: Manole; 1995.
- Okazaki VA, Teixeira LA, Rodacki AL. Arremesso tipo jump no basquetebol: comparação entre homens e mulheres. *Rev Bras Cienc Esporte.* 2008; 29(3):189-202.
- Okazaki VHA, Rodacki ALF, Dezan VH, Sarraf TA. Coordenação do arremesso jump no basquetebol de crianças e adultos. *Rev Bras Biomech.* 2006; 7(12):15-22.
- Okazaki VA, Lamas L, Okazaki FA, Rodacki AL. Efeito da distância sobre o arremesso no basquetebol desempenhado por crianças. *Motricidade.* 2013;9(2):61-72. DOI: [http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.9\(2\).2668](http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.9(2).2668)
- Elliott BC. A Kinematic Comparison of the Male and Female Two-Point and Three-Point Jump Shots in Basketball. *Aust J Sci Med Sport.* 1992;24(4):111-18.
- Miller S, Bartlett RM. The effects of increased shooting distance in the basketball jump shot. *J Sports Sci.* 1993;11(4):285-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/02640419308729998>
- Schwark BN, Mackenzie SJ, Springs EJ. Original research optimizing the release conditions for a free throw in wheelchair basketball. *J Appl Biomech.* 2004; 20:153-66.
- Nunome H, Doyo W, Sakurai S, Ikegami Y, Yabe K. A kinematic study of the upper-limb motion of wheelchair basketball shooting in tetraplegic adults. *J Rehabil Res Dev.* 2002;39(1):63-71.
- Malone LA, Gervais PL, Steadward RD. Shooting mechanics related to player classification and free throw success in wheelchair basketball. *J Rehabil Res Dev.* 2002;39(6):701-9.
- Cooper RA. Wheelchair racing sports science: a review. *J Rehabil Res Dev.* 1990;27(3):295-312. DOI:<http://dx.doi.org/10.1682/JRRD.1990.07.0297>
- Michiels I, Bodem F. The deltoid muscle: an electromyographical analysis of its activity in arm abduction in various body postures. *Int Orthop.* 1992;16(3):268-71. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00182709>
- Button C, MacLeod M, Sanders R, Coleman S. Examining movement variability in the basketball free-throw action at different skill levels. *Res Q Exerc Sport.* 2003;74(3):257-69. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.2003.10609090>
- Wang YT, Chen S, Limroongreungrat W, Change LS. Contributions of selected fundamental factors to wheelchair basketball performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(1):130-7. DOI:<http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000150076.36706.B2>
- Zachry T, Wulf G, Mercer J, Bezodis N. Increased movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of attention. *Brain Res Bull.* 2005 Oct 30;67(4):304-9. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.brainresbull.2005.06.035>
- Ozmen T, Yuktasir B, Yildirim NU, Yalcin B, Willems MET. Explosive strength training improves speed and agility in wheelchair basketball athletes. *Rev Bras Med Esp.* 2014;20(2):97-100. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-86922014200201568>