FUNDAÇÃO FRANCISCO MASCARENHAS
FACULDADES INTEGRADAS DE PATOS
CURSO DE FISIOTERAPIA

TÁSSIO ALLISON PEDROSA NOGUEIRA

USO DE EXERGAMES COMO BIOFEEDBACK NO TREINAMENTO DE FORÇA DOS ESTABILIZADORES DINÂMICOS DA ARTICULAÇÃO PATELOFEMORAL

PATOS-PB
2012

TÁSSIO ALLISON PEDROSA NOGUEIRA

USO DE EXERGAMES COMO BIOFEEDBACK NO TREINAMENTO DE FORÇA DOS ESTABILIZADORES DINÂMICOS DA ARTICULAÇÃO PATELOFEMORAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Fundação Francisco Mascarenhas - Faculdades Integradas de Patos, como requisito parcial para obtenção do diploma de bacharel em Fisioterapia pela referida instituição.

Orientador:

Prof. Ms. Elvis Costa Crispiniano

PATOS-PB
2012

FICHA CATALOGRÁFICA (feita pela biblioteca da instituição)

USO DE EXERGAMES COMO BIOFEEDBACK NO TREINAMENTO DE FORÇA DOS ESTABILIZADORES DINÂMICOS DA ARTICULAÇÃO PATELOFEMORAL

TÁSSIO ALLISON PEDROSA NOGUEIRA

Aprovado em: _____/_____/_____

_____

PROFº. MS. ELVIS COSTA CRISPINIANO
FACULDADES INTEGRADAS DE PATOS
(ORIENTADOR)

_____

PROFª. MS. MAYARA LEAL ALMEIDA COSTA
FACULDADES INTEGRADAS DE PATOS
(1° MEMBRO)

_____

PROFº. ESP. FELIPE LONGO CORREIA ARAÚJO
ESCOLA DE CIÊNCIA DA SAÚDE DE PATOS
(2° MEMBRO)

PATOS-PB
2012

Construí amigos, enfrentei derrotas, venci obstáculos, bati na porta da vida e disse-lhe: Não tenho medo de vivê-la.

Augusto Cury

Dedico esse trabalho a Deus, a meus pais, a meus irmãos, minha namorada, pessoas que me deram todas as condições e oportunidades para que eu conseguisse completar essa etapa da minha vida e a todos aqueles que depositaram confiança e acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela benção de vida e oportunidade de convívio com as pessoas que amo.

Aos meus pais ***José Moreira e Maria Gema****, que sempre me apoiaram e me incentivaram, cada um de sua maneira e sem os quais eu não teria dado este passo tão importante na minha vida, a eles toda minha gratidão.*

A meus irmãos ***Talles Allan e Tayronne Arlley****, pelo companheirismo.*

A minha namorada ***Magdalyny****, pelo carinho e apoio durante essa caminhada, dedico esse trabalho com todo meu amor e respeito, a minha Sogra Tica e meu Sogro Messias, que os considero muito.*

Aos meus avós: ***Moisés Pedrosa, Maria do Socorro*** *(in memoriam)****, Heleno Nogueira*** *(in memoriam)* ***e Maria de Lurdes.***

A todos meus tios e tias, primos e primas.

A minhas colegas do grupo de estágio, Camila, Claudinete, Fábia e Hiane, pelo companheirismo, amizade, alegria e pela força sempre, onde as tardes nessa reta final de curso foram as melhores. Vão deixar saudades.

Aos meus colegas Miguel, Gerffeson, e Dionizio que dividem apartamento comigo, aos novos integrantes Khalil e Wyllams, e também a meu primo Moabb que casou e nos deixou.

Ao Profº. Elvis Costa Crispiniano pela sua orientação, pelos ensinamentos ao longo do curso, me ajudando de todas as formas possíveis e por acreditar em meu avanço na realização desse trabalho.

A Profª Mayara Leal e ao Profº Felipe Longo por aceitarem o convite de participação em minha banca, e por suas contribuições para a realização de um trabalho melhor.

À Coordenadora Viviane Guedes Costa, pelo empenho na aquisição dos equipamentos da Clínica Escola de Fisioterapia, que possibilita a realização deste e de outros estudos.

A toda turma de fisioterapia, por tudo que passamos juntos e pela grande saudade que ficará.

Aos funcionários desta instituição, pela disponibilidade e atenção.

Aos voluntários, nossa fonte de pesquisa, pela dedicação do tempo ao experimento, contribuindo voluntariamente para tornar esse trabalho possível.

A todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta à realização deste trabalho.

LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM - American College of Sports Medicine

EMG – Eletromiografia

EMGs – Eletromiografia de Superfície

EXG – Exergames

IMC – Índice de Massa Corpórea

MUAP - Potenciais de Ação das Unidades Motoras

SENIAM - Surface EMG for the Non-Invasive Assessment of Muscles

VL – Vasto Lateral

VLL – Vasto Lateral Longo

VLO – Vasto Lateral Oblíquo

VM – Vasto Medial

VML – Vasto Medial Longo

VMO – Vasto Medial Oblíquo

RESUMO

A articulação do joelho é a maior e a mais complexa articulação sinovial do corpo, e é composta de três articulações: a articulação patelofemoral, a articulação tibiofemoral e a articulação tibiofibular proximal. A articulação patelofemoral é estabilizada por um sistema integrado de estruturas contráteis e não contráteis, onde a contração do quadríceps é reconhecida como principal fator de influência sobre a tração da patela. O músculo quadríceps femoral é formado por quatro porções anatomicamente distintas: Reto femoral (RF), Vasto Intermédio (VI), Vasto medial (VM) e Vasto Lateral (VL), e tem como função controlar a posição da patela em relação à tróclea do fêmur, por meio das fibras oblíquas de suas porções medial e lateral. O músculo é o elemento responsável pela geração de força, que é uma das capacidades físicas do ser humano que pode ser avaliada, testada e também otimizada. Atualmente com o mercado de vídeo games aumentando, ampliando a venda de um seguimento diferente denominado exergame (EXG) que mistura o jogo eletrônico com exercício físico, utilizando os movimentos humanos como dados de entrada. Os EXG têm muito a oferecer na área da reabilitação, trazendo grandes benefícios com baixo custo, sendo eficientes como ferramenta de trabalho para diferentes aplicações por profissionais da saúde. O objetivo deste estudo foi de analisar o uso do exergame como biofeedback no treinamento de força dos estabilizadores dinâmicos da articulação patelofemoral. A amostra foi composta por 11 indivíduos do gênero masculino, com média de idade de 21,55 anos (2,51). A pesquisa foi realizada em uma clínica escola de fisioterapia de um IES. Para a realização do treinamento de força foi utilizado o Exergames (EXG) Xbox 360 com Kinect, da marca Microsoft, jogo Kinect Adventures e minijogo Cume dos Reflexos (Modo Avançado). A análise mioelétrica foi quantificada através do eletromiógrafo Miotool 400 e a força muscular foi mensurada pela célula de carga acoplada ao eletromiógrafo. Os indivíduos foram submetidos a 16 sessões (5-6 semanas), 3 vezes por semana com duração de aproximadamente 20 minutos no período vespertino. Os dados estatísticos foram realizados através do test t de Student e de acordo com os resultados do exame eletromiográfico, a média da atividade elétrica do VM foi de 39,6% (± 4,88) no pré-teste e de 40,1% (± 4,78) no pós-teste, e a média do VL foi de 38,0% (± 4,43) no pré-teste e 41,2% (± 5,64) no pós-teste, ocorrendo um aumento da atividade elétrica, porém não significativo. Em relação à força muscular, a média no pré-teste foi de 48,23Kg (± 10,16), e no pós-teste foi de 64,30Kg (± 13,54), com ganho percentual de 33,5%, mostrando resultado estatisticamente significante (p=0,001). Ao final deste estudo foi possível verificar que o uso de exergame como biofeedback no treinamento de força de sujeitos, foi positivo, com percentual de ganho 33,5% em relação à força muscular, que ocorreu após um período de 5-6 semanas de treinamento, com diferença estatisticamente significativa, não havendo significância em relação aos dados do pré e pós-teste da atividade elétrica do VM e do VL, contudo, foi verificado uma tendência percentual a maior potencial de recrutamento do VL em relação ao VM.

Palavras Chave: Articulação Patelofemoral; Força; Eletromiografia; Exergame.

ABSTRACT

The knee joint is the largest and most complex synovial joint in the body, and is composed of three joints: the patellofemoral joint, the tibiofemoral joint and the proximal tibiofibular joint. The patellofemoral joint is stabilized by an integrated system of contractile and non-contractile structures, where the contraction of the quadriceps is recognized as the main factor influencing the traction of the patella. The quadriceps muscle comprises four anatomically distinct portions: Reto femoris (RF), vastus intermedius (VI), Vastus medialis (VM) and vastus lateralis (VL), and its function is to control the position of the patella relative to the trochlea femur by means of oblique fibers of the medial and lateral portions thereof. Muscle is the element responsible for power generation, which is one of the physical capabilities of the human being that can be evaluated, tested and optimized also. Currently the market for video games increasing, expanding the sale of a follow different called exergame (EXG) that mixes electronic games with physical exercise, using human movement as input. The EXG have much to offer in the area of rehabilitation, bringing great benefits at low cost, and effective as a tool for different applications by health professionals. The aim of this study was to analyze the use of biofeedback as exergame strength training of the dynamic stabilizers of the patellofemoral joint. The sample consisted of 11 male subjects with a mean age of 21.55 years (2.51). The research was conducted in a clinical school of physiotherapy a IES. To conduct the strength training was used exergames (EXG) Xbox 360 with Kinect, Microsoft's brand, Kinect Adventures game and minigame of Reflex Ridge (Advanced Mode). The myoelectric analysis was quantified by electromyography Miotool 400 and muscle strength was measured by the load cell coupled to the electromyograph. The subjects underwent 16 sessions (5-6 weeks), 3 times per week lasting approximately 20 minutes in the afternoon. Statistical data were performed using Student's t test and according to the results of electromyographic examination, the average electrical activity of the VM was 39.6% (± 4.88) at pretest and 40.1% (± 4.78) at post-test, and the average VL was 38.0% (± 4.43) in the pre-test and 41.2% (± 5.64) at post-test, which results in increased electrical activity, but not significant. Regarding strength, the average pre-test was 48.23 kg (± 10.16), and the post-test was 64.30 kg (± 13.54), with percentage gain of 33.5%, showing a statistically significant result ($p = 0.001$). At the end of this study we found that the use of biofeedback as exergame in strength training subjects was positive, with profit percentage 33.5% in relation to muscle strength, which occurred after a period of 5-6 weeks of training, which was statistically significant, there was no significance in relation to the data pre-and post-test of the electrical activity of the VM and VL was, however, a trend to higher percentage of potential recruitment of VL compared to VM.

Key words: Patellofemoral Joint; Strength; Electromyography; Exergame.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Características antropométricas da amostra..... 39

TABELA 2: Atividade elétrica do músculo vasto medial e vasto lateral no pré e pós-teste..... 39

TABELA 3: Médias da força muscular no pré e pós-teste..... 41

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Xbox 360, Nintendo Wii e Playstation 3..... 26

FIGURA 2: Kinect……..... 26

FIGURA 3: Minijogo Cume dos Reflexos..... 35

FIGURA 4: Cadeira Extensora..... 36

FIGURA 5: Análise do ganho de força pré-teste e pós-teste..... 41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14

2. REFERENCIAL TEÓRICO 18

2.1 ANATOMIA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO 18
2.2 FORÇA MUSCULAR 19
2.3 ELETROMIOGRAFIA E CÉLULA DE CARGA 21
2.4 BIOFEEDBACK 23
2.5 EVOLUÇÃO DOS JOGOS ELETRÔNICOS 24

ARTIGO – USO DE EXERGAMES COMO BIOFEEDBACK NO TREINAMENTO DE FORÇA DOS ESTABILIZADORES DINÂMICOS DA ARTICULAÇÃO PATELOFEMORAL 299

REFERÊNCIAS 436

APÊNDICES 52

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) 53
APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE ARMAZENAMENTO DOS DADOS ELETROMIOGRÁFICOS 55
APÊNDICE C – TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR 54

ANEXOS ..... **Erro! Indicador não definido.**

ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL 57
ANEXO B – TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL 58

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A articulação do joelho é a maior e a mais complexa articulação sinovial do corpo, e é composta de três articulações: a articulação patelofemoral, entre o fêmur e a patela; a articulação tibiofemoral, entre os côndilos femorais e o platô tibial; e a articulação tibiofibular proximal, entre a cabeça da fíbula e a tíbia. Ambas, patelofemoral e tibiofemoral estão localizadas entre os dois maiores braços de alavanca do corpo, suportando uma grande parte do peso corporal, propiciando estabilidade e mobilidade aos membros inferiores (SALGADO, 1995).

A articulação patelofemoral é estabilizada por um sistema integrado de estruturas contráteis e não contráteis, onde a contração do quadríceps é reconhecida como principal fator de influência sobre a tração da patela (TOBIN; ROBINSON, 2000).

O músculo quadríceps femoral é formado por quatro porções anatomicamente distintas: Reto femoral (RF), Vasto Intermédio (VI), Vasto medial (VM) e Vasto Lateral (VL) (MORRISH; WOLEDGE, 1997).

De acordo com Cabral e Monteiro (2003), o quadríceps tem a função de controlar a posição da patela em relação à tróclea do fêmur, por meio das fibras oblíquas de suas porções medial e lateral, denominados respectivamente Vasto Medial (VM) e Vasto Lateral (VL).

O músculo VM é dividido em duas porções: uma proximal designada de Vasto Medial Longo (VML) e outra distal chamada de Vasto Medial Oblíquo (VMO), essas porções possuem diferenças funcionais, anatômicas, histoquímicas e no padrão de inervação, da mesma forma, o músculo VL, também é dividido em duas porções: uma proximal denominada de Vasto Lateral Longo (VLL) e outra distal de Vasto Lateral Oblíquo (VLO) (GROSSI; PEDRO; BERZIN, 2004).

Segundo Barbanti (2002), o músculo é o elemento responsável pela geração de força, que é uma das capacidades físicas do ser humano que pode ser avaliada, testada e também otimizada. O conceito de força pode ser entendido como a capacidade de se opor ou superar uma resistência por meio da atividade muscular (PLATONOV, 2004).

Para avaliar a atividade elétrica do músculo pode ser utilizado a eletromiografia de superfície (EMGs), e associado a este, o dispositivo denominado Célula de Carga que irá quantificar a força gerada pelo músculo. Segundo Stashuk (2001), a eletromiografia (EMG) pode ser definida como um método de registro dos potenciais elétricos gerados nas fibras musculares, durante os diferentes tipos de contração, e possibilita à avaliação do comportamento do sistema neuromuscular, ela também pode detectar e analisar a atividade mioelétrica de músculos específicos em determinados tipos de movimento, podendo gerar um biofeedback importante durante a realização desses movimentos.

De acordo com Barcala et al (2011) o Biofeedback é uma técnica em que se aprende o controle voluntário de funções fisiológicas, das quais, as pessoas normalmente não tem consciência, e tem como finalidade melhorar, manter ou recuperar seu desemprenho, que será feito através do uso de determinados aparelhos que vão transmitir informações ao indivíduo, de modo sonoro ou visual. Estas informações são utilizadas pelo biofeedback terapeuta, onde o próprio indivíduo tem a possibilidade de alterar tais valores, para mais ou para menos, segundo a sua vontade e de acordo com o que mais desejar. Com um treinamento repetido, supervisionado pelo biofeedback terapeuta, o sujeito consegue condicionar aquele processo fisiológico funcionando de modo estável e de maneira desejada.

Dentre as varias técnicas de biofeedback temos os *Exergames* (EXG), que possibilita um *feedback* imediato por parte do usuário, ou seja, ao interagir com o mundo virtual, o usuário obtém respostas imediatas da eficiência de suas ações, possibilitando que o mesmo requeira o máximo de si, estimulando o sistema nervoso central para fazer as correções necessárias para um bom desempenho (CARDOSO et al., 2004).

Os EXG tem uma interface que torna os movimentos corporais em elementos de entrada, ou seja, ocorre à reconstrução dos movimentos de membros superiores e inferiores pelo sistema, diferente do que acontece nos jogos convencionais, em que o sistema apenas percebe o movimento dos dedos no joystick (MULLER; GIBBS; VETERE, 2008).

Os jogos clássicos são classificados como atividades que reforçam o sedentarismo, contribuindo para o EXG tornar-se um novo recurso para a área da Fisioterapia e reabilitação, devido à particularidade principal desses jogos ser o movimento humano (PARIZKOVA; CHIN, 2003).

O estudo apresentado na conferência Life Sciences, da Universidade Heriot-Watt, em Edimburgo, pelo Dr.Alasdair Thin, mostrou que a utilização dos EXG como atividade física pode ser considerada como um bom exercício real, mas que não substitui o exercício aeróbio convencional (ARMSTRONG, 2007).

A utilização dos exergames vem sendo bastante aceita pelos acadêmicos de fisioterapia, dando ênfase na prevenção e reabilitação de diversas disfunções, que visa promover um biofeedback entre o ambiente virtual e o paciente, proporcionando uma interatividade no tratamento. Como se trata de uma técnica consideravelmente nova no âmbito da saúde, na qual existe uma escassez de trabalhos publicados, torna-se essencial buscar novas informações e respostas mais fidedignas sobre seu uso, onde esse estudo tem como objetivo analisar a eficácia do uso dos exergames em relação ao ganho de força dos músculos estabilizadores da articulação patelofemoral, bem como quantificar através da eletromiografia as respostas da atividade elétrica e da força desses músculos após o treinamento.

REFERENCIAL TEÓRICO

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ANATOMIA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO

Segundo Latarjet e Liard (1993), a articulação do joelho possui três ossos em contato: o fêmur, a tíbia e a patela, que formam articulações justapostas, a articulação femorotibial e a femoropatelar. Na articulação femoropatelar, onde as faces articulares são incongruentes, ocorre uma adaptação entre a face articular da patela e do fêmur, estendendo-se sobre as faces anteriores de ambos os côndilos. Um sulco oblíquo divide a face patelar do fêmur em duas regiões, uma área lateral maior e uma área medial menor, visto que, toda a área é côncava transversalmente e convexa sagitalmente, classificando a articulação como do tipo selar. A crista arredondada que divide a face patelar anterior em duas regiões se articula com o sulco troclear do fêmur, entretanto, as duas áreas não são completamente congruentes com aquelas do fêmur (WILLIAMS et al., 1995).

Habitualmente há uma concepção de que a patela é movida de forma unidirecional, entretanto ocorrem também movimentos de inclinação e rotação da mesma, existindo assim diversos pontos de contato entre a superfície da patela e o fêmur (KOH; GRABINER; DE SWART, 1992; REID, 1992).

De acordo com Fulkerson (2007), o mecanismo de extensão da articulação do joelho é uma importante função exercida pela patela, aumentando a força de extensão da articulação em 50%. A patela também centraliza as forças divergentes do músculo quadríceps, onde transmite essas forças de maneira uniforme para o tendão patelar e o osso subjacente. A patela articula-se com o sulco troclear do fêmur e segue um trajeto em forma semelhante à letra S no decorrer do seu deslocamento durante a extensão, sofrendo algumas modificações em relação a sua inclinação, rotação e posição ântero-medial (VAN KAMPEN; HUISKES, 1990).

Existem fatores estáticos e dinâmicos que agem sobre a patela, determinando seu deslocamento por meio da congruência da superfície articular, do alinhamento e a da biomecânica do membro inferior. As forças estáticas são representadas pela arquitetura óssea do sulco troclear e pelo retináculo medial e lateral, onde o retináculo lateral é considerado mais forte que o retináculo medial, e por esse motivo, há uma tendência da patela ser tracionada lateralmente. As forças dinâmicas são representadas pelas porções do músculo quadríceps, o músculo VL e as fibras oblíquas do músculo VM, que durante os últimos 30º de extensão do joelho, são as mais importantes forças dinâmicas que agem sobre a patela. O músculo VMO age tracionando e inclinando-a medialmente (SAKAI et al., 2000).

Segundo Patel et al. (2003), o que determina a congruência da superfície da articulação patelofemoral são os fatores individuais, em relação ao formato e tamanho da patela e do sulco troclear, bem como pela integridade das estruturas ósseas adjacentes e da cartilagem articular. O alinhamento e a biomecânica do membro inferior também influenciam no deslocamento patelar, onde o membro inferior apresenta um ligeiro alinhamento valgo, e como resultado, o músculo quadríceps age tracionando e inclinando a patela lateralmente durante os últimos 30° de extensão da articulação.

Além disso, a geometria articular, a ação muscular e o suporte passivo dos tecidos moles também são considerados três fatores básicos que afetam a estabilidade patelar (FELLER et al., 2007).

De acordo com Amis (2007), a estabilidade da patela durante os movimentos de flexão e extensão da articulação do joelho se deve a atuação de maneira harmoniosa das diferentes estruturas anatômicas que compõe a articulação. Também é importante salientar que um desequilíbrio das forças que agem sobre a patela acarretará em uma redistribuição nas áreas de contato articular, alterando a pressão existente.

2.2 FORÇA MUSCULAR

A força muscular é descrita como a quantidade que um músculo, ou grupo muscular, consegue gerar de força máxima em um padrão específico de movimento

em uma determinada velocidade (FLECK; KRAEMER, 1999). Barbanti (1997) complementa esse pensamento afirmando que a força muscular é a capacidade de um indivíduo exercer uma determinada tensão muscular contra uma determinada resistência, envolvendo fatores mecânicos e fisiológicos na determinação da mesma.

De acordo com González Badillo e Ayestarán 2001, a força muscular é definida como a capacidade que o músculo tem de produzir tensão ao ser ativado, ou seja, ao se contrair no deslizamento dos filamentos de actina sobre os de miosina. Para Wilmore e Costill (2001), o vigor máximo que pode ser gerado por um músculo, ou um grupo muscular, é determinado como força. Sendo assim, força muscular é a tensão ou força máxima que pode ser gerada por um músculo ou por um grupo muscular contra uma determinada resistência (POWERS; HOWLEY, 2000).

Segundo Wilmore e Costill (2001), o que afeta a habilidade do músculo de gerar força, são os fatores mecânicos do tipo de contração e comprimento muscular e da velocidade de contração, devido à força ser criada pelas fibras musculares durante a ação muscular que depende da quantidade de pontes cruzadas que se encontra em contato com os filamentos de actina em um determinado momento, e quanto mais pontes cruzadas estiverem em contato com os sítios ativos da actina, a ação muscular será mais potente, produzindo mais força.

O desenvolvimento e a geração de força dependem principalmente de fatores como o tamanho e o comprimento inicial do músculo a ser ativado; tipos e quantidade de unidades motoras ativadas; velocidade da ação muscular e ângulo articular (WILMORE; COSTILL, 2001).

Já Weineck (2000), explica que a definição de força abrange tanto seus aspectos físicos quanto também os psicológicos, ao contrário da definição física, trazendo grande dificuldade, devido às formas de força e do trabalho muscular serem excepcionalmente variadas e influenciadas por um grande número de fatores, sendo, a definição do conceito de força somente possível quando relacionada à sua forma de manifestação.

Segundo Weineck (2003), a força, nas suas formas de manifestação pode ser dividida em três tipos diferentes, de acordo com a forma de observação: sob o aspecto de especificidade da modalidade esportiva, força geral de especial; sob o aspecto da parcela de musculatura envolvida, força geral de local (músculos

isolados ou grupos musculares); e sob o aspecto do tipo de trabalho muscular, força estática de dinâmica.

Dentre vários métodos para se treinar força, se tem a pliometria, que segundo Wilmore e Costill (2001), sua teoria é baseada na utilização do reflexo de estiramento, que facilita o recrutamento de novas unidades motoras, além de adicionar uma carga aos componentes elásticos e contráteis do músculo.

A força pode ser mensurada através de um dispositivo auxiliar da eletromiografia, que é a célula de carga, onde essa força que é exercida sobre ela, é transformada em um sinal elétrico para que haja a sua mensuração, e devido ao seu alto nível de fidelidade, é bastante utilizada em vários testes de força (CAMARGO, 2009).

2.3 ELETROMIOGRAFIA E CELULA DE CARGA

O primeiro relato sobre as propriedades elétricas dos músculos foi feito por Luigi Galvani em 1791. No entanto, somente séculos mais tarde é que a ciência se desenvolveu tornando válido e confiável o registro de tal técnica (SULLIVAN, 1993). A aquisição e conversão gráfica desta técnica são conhecidas como EMG podendo ser definida como “o estudo da função muscular por meio da análise do sinal elétrico que emana durante as contrações musculares” (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985).

Segundo Zhou e Rymer (2004), o sinal de EMGs é a representação superficial da atividade elétrica nas fibras musculares de um determinado músculo em contração. Os potenciais de ação das fibras musculares inervadas por um único motoneurônio alfa se somam produzindo o potencial de ação da unidade motora (KAMEN; CALDWELL, 1996). Os Potenciais de Ação das Unidades Motoras (MUAP) se somam produzindo o sinal de EMGs (ZHOU; RYMER, 2004).

De acordo com Olsen e Rao (2001), a EMG foi descrita como um método mais preciso para mensurar a integridade neuromuscular, e utiliza-se de eletrodos capazes de medir a atividade espontânea ou voluntária das unidades motoras. Para interpretar corretamente os dados relativos à atividade elétrica dos músculos analisados, é essencial a normalização do sinal de EMG para as comparações entre os estudos, músculos analisados, diferentes dias de coleta, sobretudo, entre os

indivíduos, na tentativa de minimizar as diferenças existentes relacionadas à massa muscular, nível de treinamento, estatura, massa corporal e outros aspectos (BECK et al., 2007).

A EMGs permite fácil acesso aos processos fisiológicos que levam o músculo a produzir movimento, gerar força e realizar as inúmeras funções que nos permitem interagir com o mundo. Ela também permite aplicações úteis e importantes, porém tem certas limitações que devem ser entendidas, consideradas e eventualmente removidas para que a disciplina seja mais baseada cientificamente (DE LUCA, 1997).

De acordo com Correia, Santos e Cabri (2004), criteriosas aplicações de fatos conhecidos podem assegurar a constância do sinal EMG: a produção de estabilização suficiente do sinal; a redução da interferência e a normalização da amplitude do sinal pode remover a influência das muitas outras variáveis. Na biomecânica existem aplicações que dominam o uso do sinal EMGs: como um indicador do início da atividade do músculo, onde o sinal pode gerar a sequência de tempo de um ou mais músculos que realizam uma atividade, durante um passo ou na manutenção da postura ereta; a geração de informação sobre a contribuição de força de músculos individuais bem como de grupos musculares; e como indicador para a iniciação da ativação muscular, sua relação com a força produzida por um músculo e os processos de fadiga que ocorre dentro do músculo (CORREIA; SANTOS; CABRI et al., 2004).

Para Powers e Howley (2009) a mensuração da força muscular é uma pratica comum na avaliação, em que testes de força podem ser utilizados para monitorar o progresso da reabilitação. Especificidade, facilidade de obtenção e análise dos dados, bem como custo e segurança, são critérios para selecionar um método de teste de força.

Camargo (2009) nos diz que, classificados como sendo um transdutor eletro-mecânico, as células de carga são dispositivos cujo objetivo elementar é fornecer um sinal elétrico sempre que um esforço for aplicado sobre ela.

Segundo Aranha (2010) uma célula de carga oferece uma maneira de realizar avaliações confiáveis sobre seu esforço máximo, permitindo uma análise mais consistente dos dados. Camargo (2009) menciona que são diversos os tipos de células de carga comercializados, cada qual com as respectivas aplicações. Este dispositivo eletromecânico é intensamente utilizado e com vastas aplicações, desde

balanças digitais até processos de automatização e controle industriais. As principais razões para sua grande utilização estão intimamente relacionadas á alta fidelidade de resposta, custo baixo, dimensões reduzidas e também por permitirem medições dinâmicas.

O principio de funcionamento das células de carga, baseia-se na variação da resistência elétrica de um sensor denominado extensômetro ou strain gauge, que quando submetido a uma deformação, gera um sinal em microvolts, sendo ele alterado proporcionalmente a medida da carga em sua estrutura física (CAMANGO, 2009; BECK, 1983).

A eletromiografia usa uma técnica de biofeedback que é reconhecida como um recurso terapêutico que possibilita a reeducação de sistemas neuromusculares por meio do controle voluntário, e é utilizado extensamente no estudo da atividade muscular (KREBS et al., 2004).

2.4 BIOFEEDBACK

O biofeedback é uma técnica de treinamento que utiliza sinais do próprio corpo na orientação das pessoas a melhorar a sua saúde e desempenho (AZEREDO, 2002). Essa técnica procura ampliar o poder dos cinco sentidos, e permite detectar e reconhecer os processos mente-corpo, que previamente não eram acessíveis à consciência, no sentido mais especializado, utiliza de equipamentos que obtém informações dos nossos processos biológicos que eram indetectáveis por meios comuns e converte em informações mais compreensíveis, como imagens e sons (LANDMANN, 1989).

De acordo com Simon (2002) o biofeedback pode ser definido como uma técnica de condicionamento operante ou instrumental usada na aprendizagem de controle voluntário de respostas fisiológicas específicas, onde essa aprendizagem se dá por meio de estímulos reforçadores que consistem nas próprias informações biológicas do indivíduo, sendo este levado a controlar suas respostas fisiológicas.

Segundo Cruz (2003), *Feedback*, termo inglês muito utilizado em engenharia, significa realimentação ou retroalimentação e refere-se a utilização, em um sistema, de uma informação de saída ou dado que modificam a informação de entrada, de

forma a regular ou corrigir a resposta, fechando-a, através da alça de *feedback*, a chamada malha. Segundo Okamoto (1990), o acréscimo do prefixo “bio” remete à idéia da utilização desse sistema em seres vivos. De fato, biofeedback refere-se ao processo de monitoramento dos eventos fisiológicos em seres humanos, comumente por meio de equipamentos eletrônicos, e apresentação das informações na forma de sinais visuais ou auditivos, para que se aprenda a auto-regular a função fisiológica outrora involuntária.

Os sistemas de biofeedback podem ser descritos esquematicamente em três operações: primeiramente, um equipamento detecta e amplifica uma resposta fisiológica, em segundo lugar, essa resposta é processada, e finalmente, as informações sobre a natureza da resposta são retroalimentadas para o paciente. É imprescindível nesse processo que o paciente receba as informações de forma direta, precisa e constante (ROBINSON et al., 2001).

O biofeedback tem várias aplicações, onde se destacam a reabilitação motora (fortalecimento de grupos musculares, melhora da coordenação intra e intermuscular e redução de espasticidade), o treinamento esportivo, a reabilitação de lesões esportivas e o controle emocional (ansiedade, estresse, medo, raiva, etc.) (SHERMAN, 2002).

De acordo com Meira Jr. (2000), *feedback* são informações que o executante recebe de fontes externas e de fontes internas, durante ou depois do movimento. As fontes externas podem ser um equipamento (display, vídeo, monitor, alto-falante, fone) ou uma pessoa (professor, técnico, pesquisador). As fontes internas são os sentidos (visão, audição, propriocepção, tato) do executante. Como exemplo de fontes externas se tem os EXG, que gera um *feedback* imediato com o usuário.

2.5 EVOLUÇÃO DOS JOGOS ELETRÔNICOS

Uma das mais expressivas práticas de entretenimento consideradas no século XXI são os jogos eletrônicos, onde a paixão pela essência criativa e divertida dos jogos e o mercado bilionário que representam, têm despertado o interesse de um número crescente de pessoas, e cada vez mais populares. Os jogos têm

conquistado públicos de diferentes idades, criando novos desafios para os profissionais da área (PERUCIA; BERTHEM; BERTSCHINGER, 2005).

O percurso histórico dos jogos eletrônicos inicia especialmente em um período conturbado da história, entre o final da Segunda Guerra Mundial (década de 1940) e o início da Guerra Fria (década de 1950), com o propósito de distração do ambiente tenso que ocorria naquela época. Em 1947, os físicos Thomas Goldsmith Junior e Estle Ray Mann, enquanto testavam equipamentos para o desenvolvimento de televisores e monitores, conectaram um tubo de raios catódicos a um osciloscópio, criando um equipamento com traços de luz que simulavam mísseis, onde foi patenteado e batizado de Dispositivo para Diversão de Tubo de Raios Catódicos (VAUGHANNICHOLS, 2009).

Na década de 1970, foi produzido o Magnavox Odyssey, o primeiro console doméstico (FINCO, 2010). Apesar de ser lançado com boa aceitação do público, o console perdeu espaço rapidamente para um dos maiores ícones dos videogames e dos jogos: o Pong, da empresa Atari, visto que o jogo era extremamente simples, onde dois jogadores controlavam cada um uma barra vertical, utilizando-a como um obstáculo para rebater um ponto que se movia entre as barras (WOLF, 2008).

Ainda no mesmo período, a *Fairchild Camera & Instrument* lança o *Fairchild Channel* F, o primeiro videogame programável, onde congelar, alterar a velocidade e o tempo era possível no jogo (FINCO, 2010).

Na década de 1980, um momento de crise toma conta do mercado de jogos, até que em Nova Iorque a empresa Nintendo começa a fazer testes para vender o console Nintendo Entertainment System (NES) no mercado americano, o console não demora a virar sucesso nos estados unidos da américa, devido ao lançamento de ótimos jogos da própria Nintendo (WOLF, 2008).

Na década de 1990, A Sega lança o *Sonic Mega Drive* para competir com o novo console da Nintendo, o Super NES, e neste mesmo período, a Atari lança o Jaguar, que foi considerado um fracasso e a ultima tentativa da Atari em termos de desenvolvimento de uma plataforma de hardware (FINCO, 2010).

Wolf (2008) relata que esta década também foi marcada pelo advento dos jogos 3D, como Super Mario 64*, Tomb Raider e Final Fantasy VII*, o jogo *Dactyl Nightmare*, da empresa *Virtuality*, foi outro exemplo desta tendência, empregando interfaces não convencionais para a época, como capacete de realidade virtual e

arma de tiro, onde tais interfaces já demonstram e permitiam cada vez mais aos usuários uma interação realista nos jogos.

De acordo com o mesmo autor, no início da década de 2000, o Playstation 2 faz um enorme sucesso, chegando a vender 100 milhões de consoles, contudo, é na segunda metade da década que inovações realmente interessantes começam a ser vistas. Em 2005, o novo console da Microsoft é lançado: o Xbox 360 e em novembro de 2006, a Nintendo lança o Wii, enquanto a rival Sony lança o Playstation 3 (FIGURA 1).

Figura 1: Xbox 360, Nintendo Wii e Playstation 3.



Fonte: http://consollection.de/

Confirmando que os games e o movimento corporal caminham juntos, foi anunciado, pela Microsoft, um sensor de movimentos para jogos e plataformas, durante a Electronic Entertainment Expo (E3) de 2009, a maior feira de jogos eletrônicos do mundo, realizada anualmente em Los Angeles, Califórnia, Estados Unidos. O sensor de movimento inicialmente apresentado como Project Natal foi lançado em Novembro de 2010 para a plataforma Xbox 360, nomeado de Kinect (FIGURA 2) permite que o jogador utilize seu próprio corpo como joystick, interagindo diretamente com o game. O sistema, que utiliza uma espécie de câmera com sensor, capta os movimentos do jogador e os reproduz, em tempo real, dentro da interface do jogo, sendo também um poderoso sistema de reconhecimento de voz e de expressão facial (ARAÚJO et al., 2011)

Figura 2: Kinect



Fonte: http://www.baixakijogos.com.br/

Esse avanço tecnológico contribui significativamente para o desenvolvimento dos *Exergames* (EXG), que são jogos que se misturam ao exercício, onde essa nova tecnologia utiliza os movimentos corporais como dados de entrada para que o usuário possa interagir com o jogo eletrônico, e que vem sendo usada por profissionais Fisioterapeutas, Educadores físicos e Médicos como auxilio na reabilitação, e na prática da atividade física, criando um ambiente de aprendizagem que proporciona gasto calórico e entretenimento, o que não acontece com os games tradicionais que estão associados ao sedentarismo e a obesidade (PARIZKOVA; CHIN, 2003).

Segundo Bogost (2005) EXG são videogames que utilizam dispositivos de interação física com o usuário, jogos que ao mesmo tempo são uma forma de exercício.

A interface desses jogos empolga o paciente ao proporcionar em uma realidade virtual, sensações que talvez não fosse capaz de realizar no mundo real (ALBUQUERQUE; SCALABRIN, 2007).

Atualmente, os EXG vêm ganhando destaque nos centros de reabilitação, onde há muitos anos vem se desenvolvendo novas formas de interação com o mundo virtual, de maneira que as pessoas consigam experimentar as mais variadas experiências e sensações sem sair do conforto de casa (DEUSTSCH et al., 2008).

ARTIGO – USO DE EXERGAMES COMO BIOFEEDBACK NO TREINAMENTO DE FORÇA DO ESTABILIZADORES DINÂMICOS DA ARTICULAÇÃO PATELOFEMORAL

ARTIGO ORIGINAL

USO DE EXERGAMES COMO BIOFEEDBACK NO TREINAMENTO DE FORÇA DOS ESTABILIZADORES DINÂMICOS DA ARTICULAÇÃO PATELOFEMORAL

USE OF EXERGAMES HOW BIOFEEDBACK IN STRENGTH TRAINING OF DYNAMIC STABILIZATION OF THE PATELLOFEMORAL JOINT

Tássio Allison Pedrosa Nogueira[1], Elvis Costa Crispiniano[2], Mayara Leal Almeida Costa[3], Felipe Longo Correia Araújo[4].

1 Acadêmico do Curso de Fisioterapia das FIPs

2 Fisioterapeuta, Profº. Ms do Departamento de Fisioterapia das FIPs

3 Fisioterapeuta, Profª. Ms. Do Departamento de Fisioterapia das FIPs

4 Fisioterapeuta, Profº. Esp. da Escola de Ciências da Saúde de Patos

Correspondência:

Tássio Allison Pedrosa Nogueira

Rua João Salviano nº 195, Coremas, 58770-000, PB, Brasil.

Tel: (83) 9606-8424

E-mail: tassio.allison@gmail.com

RESUMO

A articulação do joelho é a maior e a mais complexa articulação sinovial do corpo, e é composta de três articulações: a articulação patelofemoral, a articulação tibiofemoral e a articulação tibiofibular proximal. A articulação patelofemoral é estabilizada por um sistema integrado de estruturas contráteis e não contráteis, onde a contração do quadríceps é reconhecida como principal fator de influência sobre a tração da patela. O músculo quadríceps femoral é formado por quatro porções anatomicamente distintas: Reto femoral (RF), Vasto Intermédio (VI), Vasto medial (VM) e Vasto Lateral (VL), e tem como função controlar a posição da patela em relação à tróclea do fêmur, por meio das fibras oblíquas de suas porções medial e lateral. O músculo é o elemento responsável pela geração de força, que é uma das capacidades físicas do ser humano que pode ser avaliada, testada e também otimizada. Atualmente com o mercado de vídeo games aumentando, ampliando a venda de um seguimento diferente denominado exergame (EXG) que mistura o jogo eletrônico com exercício físico, utilizando os movimentos humanos como dados de entrada. Os EXG têm muito a oferecer na área da reabilitação, trazendo grandes benefícios com baixo custo, sendo eficientes como ferramenta de trabalho para diferentes aplicações por profissionais da saúde. O objetivo deste estudo foi de analisar o uso do exergame como biofeedback no treinamento de força dos estabilizadores dinâmicos da articulação patelofemoral. A amostra foi composta por 11 indivíduos do gênero masculino, com média de idade de 21,55 anos (2,51). A pesquisa foi realizada em uma clínica escola de fisioterapia de um IES. Para a realização do treinamento de força foi utilizado o Exergames (EXG) Xbox 360 com Kinect, da marca Microsoft, jogo Kinect Adventures e minijogo Cume dos Reflexos (Modo Avançado). A análise mioelétrica foi quantificada através do eletromiógrafo Miotool 400 e a força muscular foi mensurada pela célula de carga acoplada ao eletromiógrafo. Os indivíduos foram submetidos a 16 sessões (5-6 semanas), 3 vezes por semana com duração de aproximadamente 20 minutos no período vespertino. Os dados estatísticos foram realizados através do test t de Student e de acordo com os resultados do exame eletromiográfico, a média da atividade elétrica do VM foi de 39,6% (± 4,88) no pré-teste e de 40,1% (± 4,78) no pós-teste, e a média do VL foi de 38,0% (± 4,43) no pré-teste e 41,2% (± 5,64) no pós-teste, ocorrendo um aumento da atividade elétrica, porém não significativo. Em relação à força muscular, a média no pré-teste foi de 48,23Kg (± 10,16), e no pós-teste foi de 64,30Kg (± 13,54), com ganho percentual de 33,5%, mostrando resultado

estatisticamente significante (*p*=0,001). Ao final deste estudo foi possível verificar que o uso de exergame como biofeedback no treinamento de força de sujeitos, foi positivo, com percentual de ganho 33,5% em relação à força muscular, que ocorreu após um período de 5-6 semanas de treinamento, com diferença estatisticamente significativa, não havendo significância em relação aos dados do pré e pós-teste da atividade elétrica do VM e do VL, contudo, foi verificado uma tendência percentual a maior potencial de recrutamento do VL em relação ao VM.

Palavras Chave: Articulação Patelofemoral; Força; Eletromiografia; Exergame.

ABSTRACT

The knee joint is the largest and most complex synovial joint in the body, and is composed of three joints: the patellofemoral joint, the tibiofemoral joint and the proximal tibiofibular joint. The patellofemoral joint is stabilized by an integrated system of contractile and non-contractile structures, where the contraction of the quadriceps is recognized as the main factor influencing the traction of the patella. The quadriceps muscle comprises four anatomically distinct portions: Reto femoris (RF), vastus intermedius (VI), Vastus medialis (VM) and vastus lateralis (VL), and its function is to control the position of the patella relative to the trochlea femur by means of oblique fibers of the medial and lateral portions thereof. Muscle is the element responsible for power generation, which is one of the physical capabilities of the human being that can be evaluated, tested and optimized also. Currently the market for video games increasing, expanding the sale of a follow different called exergame (EXG) that mixes electronic games with physical exercise, using human movement as input. The EXG have much to offer in the area of rehabilitation, bringing great benefits at low cost, and effective as a tool for different applications by health professionals. The aim of this study was to analyze the use of biofeedback as exergame strength training of the dynamic stabilizers of the patellofemoral joint. The sample consisted of 11 male subjects with a mean age of 21.55 years (2.51). The research was conducted in a clinical school of physiotherapy a IES. To conduct the strength training was used exergames (EXG) Xbox 360 with Kinect, Microsoft's brand, Kinect Adventures game and minigame of Reflex Ridge (Advanced Mode). The myoelectric analysis was quantified by electromyography Miotool 400 and muscle strength was measured by the load cell coupled to the electromyograph. The subjects underwent 16 sessions (5-6 weeks), 3 times per week lasting approximately 20 minutes in the afternoon. Statistical data were performed using Student's t test and according to the results of electromyographic examination, the average electrical activity of the VM was 39.6% (± 4.88) at pretest and 40.1% (± 4.78) at post-test, and the average VL was 38.0% (± 4.43) in the pre-test and 41.2% (± 5.64) at post-test, which results in increased electrical activity, but not significant. Regarding strength, the average pre-test was 48.23 kg (± 10.16), and the post-test was 64.30 kg (± 13.54), with percentage gain of 33.5%, showing a statistically significant result (p = 0.001). At the end of this study we found that the use of biofeedback as exergame in strength training subjects was positive, with profit percentage 33.5% in relation to muscle strength, which occurred after a period of 5-6 weeks of training, which was

statistically significant, there was no significance in relation to the data pre-and post-test of the electrical activity of the VM and VL was, however, a trend to higher percentage of potential recruitment of VL compared to VM.

Key words: Patellofemoral Joint; Strength; Electromyography; Exergame.

MÉTODOS

TIPO DE PESQUISA

O tipo de pesquisa do presente estudo trata-se de uma abordagem quantitativa que, de acordo com Dyniewicz (2009), apresenta a possibilidade de mensuração de variáveis preestabelecidas, no objetivo de verificar e explicar sua influência diante de outras.

A pesquisa possuiu caráter exploratório, tendo em consideração aos seus objetivos que, segundo Gil (2009), procuram desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Severino (2010), afirma que tal abordagem possui em suas características o objetivo de levantar informações acerca de determinado objeto, formando a partir disto, um campo de trabalho, definindo as condições de manifestação desse projeto.

A partir do conhecimento da formação de procedimentos técnicos, tratou-se de uma pesquisa quase-experimental que, de acordo com Cozby (2003), tem como objetivo atingir um grau de controle o mais aproximado possível dos delineamentos experimentais, tendo surgido da necessidade de realizar pesquisas aplicadas, onde ocorram situações onde não é possível controlar da mesma forma que nos delineamentos experimentais completos.

LOCAL E PERÍODO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma Clínica Escola de Fisioterapia e em uma Academia de Ginástica de uma Instituição de Ensino Superior (IES), localizada na cidade de Patos – PB, no período de Agosto a Outubro de 2012, Mediante a assinatura de um Termo de Autorização Institucional (ANEXO A e B) pelos coordenadores de ambas às instituições, autorizando a realização da pesquisa.

POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população foi constituída pelos acadêmicos do Curso de Fisioterapia de uma IES do município de Patos-PB, e após a aplicação dos critérios adotados para a inclusão na pesquisa, a amostragem foi definida do tipo não probabilística por conveniência, composta por 11 voluntários.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram incluídos nesse estudo sujeitos do gênero masculino, com faixa etária entre 18 anos e 28 anos, que tivesse disponibilidade para participar do estudo, não praticar atividades de treinamento anaeróbico de força muscular há pelo menos seis meses e não possuir nenhuma lesão musculoesquelética nos membros inferiores que possa comprometer o seu desempenho no decorrer da pesquisa.

Foram excluídos aqueles sujeitos que não se interessasse em participar da pesquisa, os que apresentassem alterações patológicas nos membros inferiores durante o período da pesquisa, e os que se ausentasse por mais de duas sessões de treinamento.

RISCOS E BENEFÍCIOS DA PESQUISA

A presente pesquisa oferecerá risco mínimo aos seus participantes, uma vez que se trata de um treinamento em ambiente fechado. Caso ocorra algum constrangimento moral, este poderá ser atenuado, ou minimizado por meio de uma conversa franca e esclarecedora, deixando claro que o indivíduo pode desistir da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo. E os benefícios serão de grande valia, pois esta pesquisa visa elucidar se o uso do jogo eletrônico irá ou não influenciar no treinamento de força e eficácia dos estabilizadores da articulação patelofemoral, e com isso ser indicado, como um coadjuvante, no programa de reabilitação de indivíduos portadores de patologias dessa articulação, contribuindo também para o enriquecimento do conhecimento acadêmico e científico.

INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

O estudo foi iniciado com coleta dos dados para a caracterização da amostra bem como os valores antropométricos, onde foi utilizado uma balança analógica da marca Micheletti, com fita métrica integrada para medição da massa corpórea e estatura respectivamente, e conseguinte quantificação do índice de massa corporal dos estudados.

Para análise das variáveis da atividade elétrica e força muscular foi utilizado o aparelho de eletromiografia de superfície Miotol 400 com 4 canais e seu dispositivo auxiliar, a célula de carga com capacidade de 200 quilogramas Força (Kgf) de tração e compressão, fabricados pela Miotec Equipamentos Biomédicos LTDA, acoplados a um notebook com sistema operacional Windows 7. Também foi utilizada uma cadeira extensora para membros inferiores da marca Physicus apresentando carga máxima de 70 kg. Os eletrodos utilizados para o registro eletromiográfico foram do tipo AG-AgCI passivos, autoadesivos e descartáveis, da marca Maxicor®.

O estudo utilizou o aparelho Xbox 360º com *Kinect*, da marca Microsoft com capacidade de armazenamento de 4 Gigabytes; e o jogo *Kinect Adventure* utilizando o minijogo Cume dos reflexos (Modo Avançado) (FIGURA 3) elegido para as intervenções, que tem como movimentos os de lateralidade, pulos verticais e agachamentos, com a finalidade de analisar a eficácia desse método como

biofeedback no treinamento de força dos estabilizadores dinâmicos da articulação patelofemoral.

Figura 3: Minijogo Cume dos Reflexos



Fonte: http://wxpc.wordpress.com/2011/01/27/kinect-adventures/

Além disso, foi utilizado para conectar o aparelho Xbox um projetor da marca Epson do tipo S4, com tecnologia 3LCD e tamanho de imagem 76,2cm x 76,2 lâmpada 170 W UHE, e lente focal de 16.6mm e formatos de vídeo compatível, para o aumento da imagem.

Inicialmente, os indivíduos foram convidados a participar do estudo, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A) e subsequentemente conduzidos à academia de musculação FIP Fitness, onde foram apresentados ao aparelho de eletromiografia e a cadeira extensora sendo em seguida instruídos quanto ao procedimento que seria realizado para a mensuração da força de extensão do joelho e da atividade elétrica.

PROTOCOLO DE REGISTRO ELETROMIOGRÁFICO

Com intuito de verificar as variáveis antes das intervenções de treinamento, foi iniciada o pré-teste eletromiográfico, com o posicionamento dos indivíduos na cadeira extensora acoplada a uma célula de carga (FIGURA 4), para verificar a atividade elétrica e força isométrica máxima do vasto medial e lateral, logo após foi feito a tricotomia da região do músculo desejado através de um barbeador descartável da marca Bic, e em seguida a higienização com álcool a 70% da mesma região de modo que se neutralizem as impedâncias do aparelho. Em seguida foi feito o acoplamento dos eletrodos autoadesivos na área do ventre muscular do vasto

medial e lateral do membro esquerdo de acordo com o protocolo SENIAM (Surface EMG for the Non-Invasive Assessment of Muscles).

Figura 4: Cadeira Extensora



Fonte: Pesquisador, 2012.

Os eletrodos foram conectados ao sensor do eletromiógrafo, e este, por sua vez, foi conectado a um computador portátil, que efetuou a avaliação da atividade elétrica e da força muscular. Os dados foram então armazenados para posterior avaliação. (APÊNDICE B).

Antes de iniciar a coleta os sujeitos foram instruídos do procedimento a ser adotado e em seguida foi solicitado que realizassem três exercícios de extensão do joelho em contração isométrica por cinco segundos, com angulação de 45^0, associados ao comando verbal de incentivo do pesquisador, com intervalo de 1 minuto entre as mesmas. Ao final, os eletrodos foram descartados evitando assim o uso indevido.

PROTOCOLO DE TREINAMENTO COM O EXERGAME

Após a realização do pré-teste eletromiográfico, os sujeitos foram submetidos ao treinamento com o exergame, realizado durante 16 sessões, com aproximadamente 20 minutos cada, que para Power e Edward (2005) é um tempo necessário para o mínimo de treinamento de força. A frequência do treino foi de três vezes por semana com intervalo de 48 horas entre as mesmas, e segundo os mesmos autores se caracteriza como um treino de curta duração, que irá promover adaptações neurais relacionadas ao aprendizado, coordenação e capacidade de

recrutamento de fibras musculares. Ao término do treinamento, foi realizado o pós-teste eletromiográfico, seguindo o mesmo protocolo inicial.

Antes das intervenções de treinamento, os sujeitos foram apresentados ao aparelho Xbox 360 com Kinect em uma sala e submetidos ao treinamento prévio do jogo para conhecimento do mesmo, mediante a realização de um exercício demonstrativo com o intuito de familiarizá-los com o ambiente e o equipamento da pesquisa. Os sujeitos foram submetidos ao aquecimento por 5 minutos com o alongamento da musculatura dos membros inferiores. Após os preparos, iniciaram o jogo Kinect Adventures e minijogo cume dos reflexos (Modo Avançado) com disputas entre si, em um programa de exercícios do tipo aeróbico com movimentos laterais de direita para esquerda e de esquerda para direita, pulos verticais e agachamentos.

ANÁLISES DOS DADOS

Para as variáveis de atividade elétrica, os dados foram normalizados pelo software Miograph 2.0, através da Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) sendo utilizada a maior leitura da atividade elétrica e expresso em percentual (%), e para a força muscular será observada sua medida máxima dada em quilogramas força (Kgf) através do mesmo software. Foi utilizado para ambas variáveis o maior valor sendo descartadas as duas menores.

Os achados foram analisados considerando a sua abordagem quantitativa e submetidos à análise estatística do tipo descritiva, observando média e desvio padrão de cada variável pesquisada, através do *software* PASW Statistics 18.0 for Windows, bem como pela comparação das médias através do Test-T de Student pareado com relevância de 95% de confiabilidade e utilizando-se do mesmo *software*.

Após o tratamento estatístico dos dados, os mesmos foram dispostos em forma de tabelas e figuras, trabalhados pelos programas Word e Excel.

PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Esse estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa das Faculdades Integradas de Patos sendo aprovado no dia 01/06/2012 com número de protocolo 198/2012. Após a concessão de sua aprovação, todos os sujeitos envolvidos na pesquisa assinaram o TCLE, elaborado a partir da declaração de Helsinque, que foi impresso em duas vias, uma para o pesquisado e outra para o pesquisador, deixando claro ao voluntário que lhe será dado o direito de interromper livremente a sua participação, ou retirar o consentimento quando desejar sem sofrer qualquer penalização e que não será oferecido, nenhum ônus econômico-financeiro ao participante, não havendo nenhuma forma de indenização ou ressarcimento durante ou após o curso da pesquisa (BRASIL, 1996).

Os pesquisadores se comprometerão ainda, por meio do Termo de Compromisso do Pesquisador (APÊNDICE C), a informar o participante que haverá total sigilo sobre as informações coletadas bem como realização da pesquisa estar de acordo com a Resolução n° 196/96 do Conselho Nacional de Saúde que rege sobre a ética da pesquisa envolvendo seres humanos direta ou indiretamente, assegurando a garantia de que a privacidade do sujeito da pesquisa será preservada como todos os direitos sobre os princípios éticos como: Beneficência, Respeito e Justiça (BRASIL, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados a seguir, sob a forma de tabelas e figuras, correspondem aos dados obtidos para a caracterização da amostra, bem como os valores antropométricos, ganho de força e atividade elétrica muscular, utilizando estatística descritiva.

Os dados antropométricos dos participantes da amostra estão descritos na Tabela 1. Os mesmos apresentaram média de idade de 21,6 anos (± 2,51), o índice

de massa corporal obteve uma média de 78,7 Kg (± 11,00). Em relação à estatura, a média adquirida foi de 1,75 cm (± 0,06). E por último o IMC (Índice de Massa Corpórea) apresentando uma média de 25,8 Kg/m² (± 3,43).

Tabela 1: Características antropométricas da amostra

Variáveis Antropométricas	m	D.P.
Idade (anos)	21,6	± 2,51
Massa Corporal (Kg)	78,7	± 11,00
Estatura (cm)	1,75	± 0,06
IMC (Kg/m²)	25,8	± 3,43

Legenda: IMC: Índice de Massa Corpórea; **m:** Média; **D.P.:** Desvio Padrão.

Na tabela 2 estão expostos os valores das médias, desvio-padrões e níveis de significância da atividade elétrica, após normalização, dos músculos Vasto Medial (VM) e Vasto Lateral (VL), onde o VM obteve uma média de 39,6% (± 4,88) no pré-teste e de 40,1% (± 4,78) no pós-teste. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre o pré e pós-teste, tendo como nível de significância p= 0,6958.

Por sua vez, o VL no pré-teste apresentou média de ativação elétrica de 38,0% (± 4,43) e 41,2% (± 5,64) no pós-teste, não sendo verificado diferenças estatisticamente significativas entre o pré e pós-teste, com nível de significância p=0,100.

Tabela 2: Atividade elétrica do músculo vasto medial e vasto lateral no pré e pós-teste

Músculos	m ± D.P.		*p**
	Pré-Teste	Pós-Teste	
Vasto Medial	39,6 ± 4,88	40,1 ± 4,78	0,69
Vasto Lateral	38,0 ± 4,43	41,2 ± 5,64	0,10

Legenda: m: Média; **D.P.:** Desvio Padrão; ***p**:** Significância.

Devido à escassez de pesquisas realizadas com as mesmas características metodológicas desse estudo, as discussões foram feitas através de pesquisas que avaliaram força e atividade elétrica muscular em diferentes exercícios e treinamentos.

Os nossos resultados não revelaram diferença significativa entre os dados do pré e pós-teste do VM e VL. Contudo, foi verificada uma tendência percentual ao maior potencial de recrutamento do VL em relação ao VM ao final do treinamento.

De acordo Sperandei (2005), a ativação seletiva do VM é entendida como uma maior solicitação desse músculo em relação ao VL durante a execução de um dado exercício. Neste estudo, o exercício realizado com a utilização do exergame, não proporcionou ativação seletiva do VM. Esse achado coincide com o de Ribeiro et al. (2005) que, ao utilizarem exercícios resistidos de extensão de joelho em diferentes velocidades, não verificaram maior ativação do VM em comparação ao VL.

Estudos realizados por Maior e Marmelo (2011), com 15 voluntários do sexo masculino, aparentemente saudáveis e destreinados em relação ao treinamento de força, mostraram que os exercícios de agachamento realizados em 70º e 90º de flexão de joelho não apresentam diferenças significativas em relação ao recrutamento dos grupamentos musculares do VL e VM, mais ocorreu uma tendência maior no recrutamento do VL em relação ao VM. A mesma resposta foi verificada em nosso estudo, possivelmente devido ao treinamento realizado pelos sujeitos onde o jogo solicitava momentos de angulações da articulação do joelho entre 70^0 e 90^0 de flexão.

Tang et al (2001) estudaram exercícios de agachamento na fase excêntrica e concêntrica em indivíduos normais, observando em seus resultados que a atividade elétrica do músculo VL foi maior que do músculo VM.

Com relação à ativação do VL na extensão de joelho, Pincivero et al. (2003) e Alkner, Tesch e Berg (2000) dizem que o VL constitui o músculo mais representativo do quadríceps femoral tratando-se de alterações neurais que são produzidas pelo treinamento de força, devido a sua menor variabilidade intra individual do sinal de EMG.

A Tabela 3 apresenta a mensuração da força desenvolvida pelo quadríceps femoral antes e após o treinamento realizado com o exergame. Pode-se verificar que a média de força no pré-teste foi de 48,23Kg (± 10,16), e a média no pós-teste foi de 64,30Kg (± 13,54), com significância de 0,00 ($p \leq 0,05$).

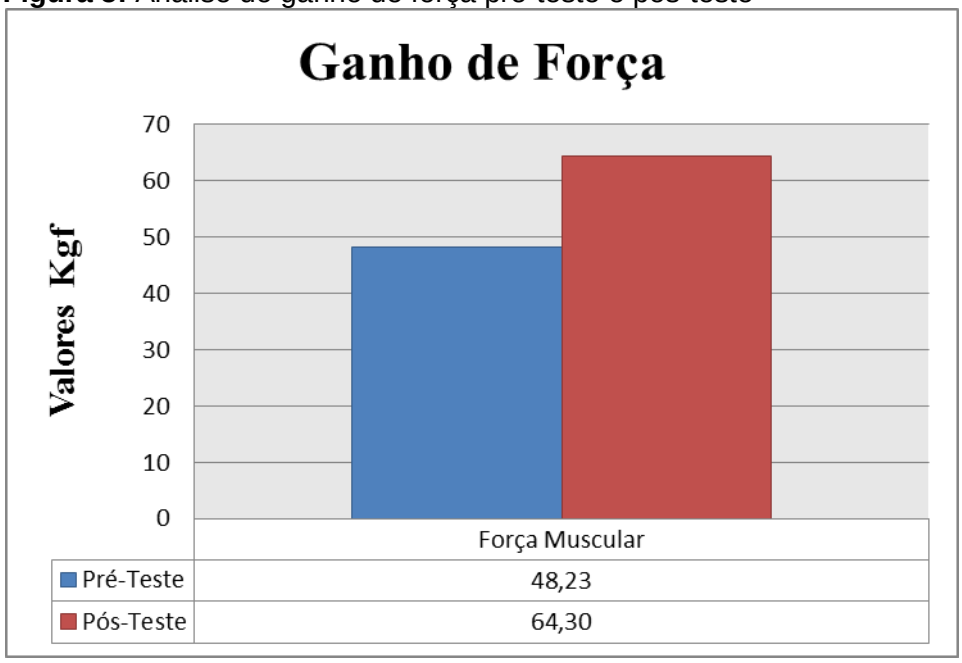
Tabela 3: Médias da força muscular no pré e pós-teste

Variável	m ± D.P.		*p**
	Pré-Teste	Pós-Teste	
Força Kgf	48,2 ± 10,16	64,3 ± 13,54	0,001

Legenda: Kgf: quilograma força; **m:** Média; **D.P.:** Desvio Padrão; ***p**:** Significância.

A figura 5 mostra a representação das médias da força muscular, podendo ser observado uma diferença estatisticamente significativa comparando os valores do pré e pós-teste, onde o percentual de ganho de força ao final das intervenções de treinamento com o exergame foi de 33,5%.

Figura 5: Análise do ganho de força pré-teste e pós-teste



Legenda: Kgf: quilograma força

Um estudo realizado por Carolan e Cafarelli (1992) com 20 estudantes universitários masculinos sedentários, no qual realizavam extensões de joelhos unilaterais 3 vezes por semana durante 8 semanas, foram detectados ao final do treinamento um aumento de 32,8% em relação à força muscular na perna treinada, estando em concordância com esse estudo.

Nossos resultados também corroboraram com os resultados apresentados pela American College of Sports Medicine (ACSM, 2002), em relação ao percentual de ganho de força, de acordo com a progressão do treinamento, mostrando que em grupos destreinados o aumento foi de até 40%, moderados de 20%, treinados de

16%, avançados de 10% e elite de 2%, e segundo Maior e Alves (2003), a partir desses dados algumas pesquisas concluem que os ganhos de força ocorrem dentro de um prazo de 4 a 8 semanas de treinamento de força.

Moritani (1992) e Carroll, Riek e Carlson (2001), relatam que o aumento inicial na força ocorre mais rapidamente do que a hipertrofia, o que se relaciona com o aprendizado motor.

De acordo com a ACSM (2002) os ganhos de força são mais relevantes durante as fases iniciais do que nas fases intermediárias e avançadas do treinamento de força pelo fato da ocorrência das adaptações neurais.

Seguindo essas conclusões, o ACSM (2002) apresentou investigações anteriores em relação às adaptações neurais no ganho de força muscular, onde alguns estudos foram realizados com grupos destreinados durante oito semanas de treinamento, obtendo ao final um ganho de força. Apesar disso, o mais importante foi às medidas da EMG, indicando mudanças na atividade elétrica dos músculos que é fundamental para o aumento da força, apresentando total relação com as adaptações neurais.

CONCLUSÃO

Ao final deste estudo foi possível verificar que o uso de exergame como biofeedback no treinamento de força de sujeitos, foi positivo, com percentual de ganho 33,5% em relação à força muscular, que ocorreu após um período de 5-6 semanas de treinamento, com diferença estatisticamente significativa, não havendo significância em relação aos dados do pré e pós-teste da atividade elétrica do VM e do VL, contudo, foi verificado uma tendência percentual ao maior potencial de recrutamento do VL em relação ao VM. Sugere-se novos estudos com desenho experimental semelhante utilizando um tamanho amostral maior, incluindo sujeitos do gênero feminino e um maior período de treinamento, como também o uso de outras modalidades de jogos.

REFERÊNCIAS

ALKNER, B. A, TESCH, P. A, BERG, H. E. Quadriceps EMG/force relationship in knee extension and leg press. **Med Sci Sports Exerc**. n. 32, p. 459-63, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – ACSM. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v.34, n.2, p.364-380, 2002.

BRASIL. Ministério da saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução 196/96**. Brasília-DP, 1996.

COZBY, P. C. **Métodos de Pesquisa em Ciências do Comportamento**. São Paulo: Atlas, 2003.

CAROLAN, B; CAFARELLI, E. Adaptations in coactivation after isometric resistance training. **Journal of Applied Physiology**. Bethesda, v. 73, p. 911-917, 1992.

CARROLL, T .J, RIEK, S, CARLSON, R. G. Neural adaptations to resistance training: implications for movement control. **Sports Medicine**, Califórnia, v. 31, n. 12, p. 829-840, 2001.

DYNIEWICZ, A. M. **Metodologia da Pesquisa Científica.** 2.ed. São Caetano do Sul: Difusão, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas da Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MAIOR, A.S, MARMELO, L. Perfil eletromiográfico entre duas angulações distintas no exercício de agachamento em indivíduos destreinados. **Revista terapia manual: Fisioterapia manipulativa.** v. 9, n. 43, p. 202-207, 2011.

MAIOR, A. S; ALVES, A. **A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica.** Rio Claro: Motriz, v.9, n.3, p.161-168, set./dez. 2003.

MORITANI, T. Time Course of Adaptations during Strength and Power Training. In: KOMI, P.V. **Strength and Power in Sport. The Encyclopedia of Sports Medicine**. Oxford: Ed. Oxford; Blackwell Scientific Publications, 1992.

PINCIVERO D. M, COELHO A. J, CAMPY R. M, SALFETNIKOV Y, SUTER E. Knee extensor torque and quadriceps femoris EMG during perceptually-guided isometric contractions. **J Electromyogr Kinesiol.** v.13, n. 2, p. 159-67, 2003.

POWERS, S. K; EDWARD, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 5º ed. Barueri: Manole, 2005.

RIBEIRO, D. C; LOSS, J. F; CAÑEIRO, J. P. T; LIMA, C. S; MARTINEZ, F. G. Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão de joelho em diferentes velocidades. **Acta Ortopédica Brasileira**. v. 13, n.4, p.189-93, 2005.

SEVERINO, A. J. **Metodolodia do Trabalho Científico.** 23.ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SPERANDEI S. O mito da ativação seletiva do músculo vasto medial. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.13, n. 1, p. 109-16, 2005.

TANG, S.F.T.; CHEN, C.; HSU, R.; CHOU, S.; HONG, W. LEW, H. L. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: An electromyographic study. **Arch. Prys. Med. Rehabil.** n. 82, p: 1441-1445, 2001.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E.C.; SCALABRIN, E. E. O uso de computador em programas de reabilitação neuropsicológico. **Psicologia Argumento**, v. 25, n. 50, p. 267-273, 2007.

ALKNER, B. A, TESCH, P. A, BERG, H. E. Quadriceps EMG/force relationship in knee extension and leg press. **Med Sci Sports Exerc**. n. 32, p. 459-63, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – ACSM. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine. and Science in Sports and Exercise** , Indianapolis, v.34, n.2, p.364-380, 2002.

AMIS, A. A. Current Concepts on Anatomy and Biomechanics of Patellar Stability. **Sports Medicine and Arthroscopy Review**, v. 15, n.2, p. 48-56, 2007.

ARANHA, M. F. M. et al. The effect of the electroacupuncture on the pressure pain threshold and on the electromyographycactivitie of the upper trapezius with myofacial pain. **Brazilian Journal of Oral Sciences**. v. 9, n. 2, April-June, 2010.

ARAÚJO, B. M. R de; FREITAS, C. M. S. M de; CAMINHA, I.O; SILVA, P. P. C da. **Virtualização esportiva e os novos paradigmas para o movimento humano**. Motriz, Rio Claro, v. 17, n. 4, p. 600-609, out./dez. 2011.

ARMSTRONG, R. Couch athletes: how to get fit from the comfort of your sofa. **The Independent**, 2007.

AZEREDO, C. A. C. **Fisioterapia respiratória moderna.** 4º ed. São Paulo: Manole Ltda, 2002.

BARBANTI, V. J. **Teoria e prática do treinamento esportivo**. 2º ed. São Paulo: Edgard Blücher, p. 49-130, 1997.

BARCALA, L. et al. Análise do equilíbrio em pacientes hemiparéticos após o treino com o programa Wii Fit. **Fisioterapia em Movimento**. Curitiba, v. 24, n. 2, p. 337-343, 2011.

BASMAJIAN, J. V.; DELUCA, C. J. Muscles Alive: Their Functions Revealed by Electromyography. Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1985: in__ Zhou, P.; Rymer W. Z “Factors Governing the Form of the Relation Between Muscle Force and the EMG: A Simulation Study” **Journal of Neurophysiology.** 92, p. 2878–2886, 2004.

BECK, J. C. P. **Projeto, construção e análise de células de carga de placas e de anel.** Porto Alegre: Faculdade Federal do Rio Grande do Sul, 1983. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica) – Faculdade Federal do Rio Grande do Sul/Escola de Engenharia, 1983.

BECK, T. W. et al. The effect of the estimated innervation zone on EMG amplitude and center frequency. **Medicine and Science in Sports Exercise,** v. 39, p.1282-1290, 2007.

BEKKER, T. M.; EGGEN, B. H. Designing for children's physical play. In: Extended abstracts on human factors in computing systems, 2008, Florence. **Anais...** Florence: Italy, p.2871-2876, 2008.

BOGOST, I.A **Retórica da exergaming**. Georgia Institute of Technology, 2005.

BRASIL. Ministério da saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução 196/96**. Brasília-DP, 1996.

CABRAL, C. M. N, MONTEIRO, P. V. Recuperação funcional de indivíduos com disfunção femoropatelar por meio de exercícios em cadeia cinética fechada: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v.7, n.1, p.1-8, 2003.

CAMARGO, A. P. **Desenvolvimento de um medidor eletrônico de vazão utilizando célula de carga.** Dissertação (Mestrado em Ciências)- Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Piracicaba, 2009.

CARDOSO, L. et al. **Utilização de ambientes virtuais na reabilitação de pacientes com lesão cerebral por AVC e TCE**; São Paulo: Edital CT-Saúde; 2004.

CAROLAN, B; CAFARELLI, E. Adaptations in coactivation after isometric resistance training. **Journal of Applied Physiology**. Bethesda, v. 73, p. 911-917, 1992.

CARROLL, T .J, RIEK, S, CARLSON, R. G. Neural adaptations to resistance training: implications for movement control. **Sports Medicine**, Califórnia, v. 31, n. 12, p. 829-840, 2001.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** São Paulo: Cortez, 2000.

CORREIA, P. P.; SANTOS, P.; CABRI, A. **Estudo da função neuromuscular com recurso à eletromiografia: desenvolvimento e fundamentação de um sistema de recolha e processamento e estudos realizados.** 2012. Disponível em: http://www.neurofisiologia.org/paginas/documentos/EMGsenf.htm. Acesso em 04 maio 2012.

COZBY, P. C. **Métodos de Pesquisa em Ciências do Comportamento**. São Paulo: Atlas, 2003.

CRUZ; C. F. **Sistema de biofeedback para otimização de movimento de membros superiores de corredores com paralisia cerebral**. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Campinas, SP: [s.n.], 2003.

DE LUCA, C.J.; The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v.13, n.2, p. 135-163, 1997.

DEUTSCH, J. E., et al. Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. **Physical Therapy**, v.88, p.1196-1207, 2008.

DYNIEWICZ, A. M. **Metodologia da Pesquisa Científica.** 2.ed. São Caetano do Sul: Difusão, 2009.

FELLER, J. A. et al. Surgical biomechanics of the patellofemoral joint. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 23, n. 5, p. 542-553, 2007.

FLECK, S. J.; KRAEMER, J. W. **Fundamentos do treinamento de força muscular.** 2º ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

FINCO, M. D. **WII FIT: um videogame do estilo de vida saudável**. Universidade federal do rio grande do sul - escola de educação física programa de pós-graduação em ciências do movimento humano. Porto Alegre, 2010.

FULKERSON, J. P.; HUNGERFORD, D. S. Disorders of the patellofemoral joint. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1990 – **apud** Wilson T. 2007.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas da Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. G; AYESTARÁN, E. G. **Fundamentos do treinamento de força - Aplicação ao alto rendimento desportivo**. 2º ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

GROSSI, D. B.; PEDRO, V. M.; BERZIN, F. Análise funcional dos estabilizadores patelares. **Acta Ortopédica Brasiliera**, v.12, n.2, p.99-104, 2004.

KAMEN, G.; CALDWELL, G. E. "Physiology and Interpretation of the Electromyogram". **Journal of Clinical Neurophysiology**, v. 13, n. 5, p. 366-384, 1996.

KOH. T. J.; GRABINER. M. D.; DE SWART, R. J. In vivo tracking of the human patella. **Journal of Biomechanics**, v.25, p.637-643, 1992.

KREBS, D.E.; O'SULLIVAN, S. B; SCHMITZ, Jr. T. In: Biofeedback, **Fisioterapia: Avaliação e tratamento.** 4ª ed. São Paulo: Manole, p.719-737, 2004.

LANDMANN, J. **As medicinas alternativas: mito embuste ou ciência?:Homeopatia, medicina herbal, acupuntura, meditação ioga, biofeedback e cura pela fé.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1989.

LATARJET, M.; LIARD, R. A. **Anatomia humana**. 2º ed. São Paulo: Panamericana, 1993.

MAIOR, A.S, MARMELO, L. Perfil eletromiográfico entre duas angulações distintas no exercício de agachamento em indivíduos destreinados. **Revista terapia manual: Fisioterapia manipulativa.** v. 9, n. 43, p. 202-207, 2011.

MAIOR, A. S; ALVES, A. **A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica.** Rio Claro: Motriz, v.9, n.3, p.161-168, set./dez. 2003.

MEIRA, JR., C. M. **Feedback extrínseco e aprendizagem motora.** Caderno UniABC de Educação Física. Santo André: UniABC, n.21, p. 53-70, 2000.
MERIANS, A. S. et al. Virtual reality – augmented rehabilitation for patients following stroke. **Physical Therapy**, v.82, n.9, p.898-915, 2002.

MORITANI, T. Time Course of Adaptations during Strength and Power Training. In: KOMI, P.V. **Strength and Power in Sport. The Encyclopedia of Sports Medicine**. Oxford: Ed. Oxford; Blackwell Scientific Publications, 1992.

MORRISH, G.M; WOLWDGE, R.C. A comparison of the activation of muscles moving the patella in normal subjects and in patients with chronic patellofemoral problems. **Scand. J. Rehabil. Med**., n.29: p.43-8, 1997.

MULLER, F. F.; GIBBS, M. R.; VETERE, F. Taxonomy of exertion games. In: PROCEEDINGS OF OZCHI, AUSTRALASIAN COMPUTER HUMAN INTERACTION CONFERENCE, 2008, Melbourne, Austrália. **Anais…** Austrália: 2008, p. 263-266.

OKAMOTO, G. A. **Medicina física e reabilitação**. São Paulo: Manole, 1990.

OLSEN, A. L.; RAO, S. S. Clinical neurophysiology and electrodiagnostic testing of the pelvic floor. **Gastroenterology Clinics of North America**, v.30, n.1, p.33-54, 2001.

PARIZKOVA, J.; CHIN, M. Obesity prevention and health promotion during early periods of growth and development. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v.1, p.1-14, 2003.

PATEL, V. V. et al. Magnetic resonance imaging of patellofemoral kinematics with weight-bearing. **Journal of Bone and Joint Surgery** - Series A, v. 85, n. 12, p. 2419-2424, 2003.

PINCIVERO D. M, COELHO A. J, CAMPY R. M, SALFETNIKOV Y, SUTER E. Knee extensor torque and quadriceps femoris EMG during perceptually-guided isometric contractions. **J Electromyogr Kinesiol.** v.13, n. 2, p. 159-67, 2003.

PLATONOV, V. N. **Teoria geral do treinamento desportivo olímpico**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

PERUCIA, A.S; BERTHEM, A.C; BERTSCHINGER, G. **Desenvolvimento dos Jogos Eletrônicos: Teoria e Prática**. São Paulo: Novatec, 2005.

POWERS, S. K; EDWARD, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 5º ed. Barueri: Manole, 2005.

POWERS, S. K; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 6º ed. Barueri: Manole, 2009.

REID, D.C. **Sports injury assessment and rehabilitation.** New York: Churchill Livingstone, p. 345-398, 1992

.

RIBEIRO, D. C; LOSS, J. F; CAÑEIRO, J. P. T; LIMA, C. S; MARTINEZ, F. G. Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão de joelho em diferentes velocidades. **Acta Ortopédica Brasileira**. v. 13, n.4, p.189-93, 2005.

ROBINSON, A. J. et al. **Eletrofisiologia clínica.** 2ªed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SAKAI, N. et al. The influence of weakness in the vastusmedialis oblique muscle on the patellofemoral joint: An in vitro biomechanical study. **Clinical Biomechanics**, v. 15, n. 5, p. 335-339, 2000.

SALGADO, A. S. I. **Reeducação funcional proprioceptiva do joelho e tornozelo**. São Paulo: Lovise, 1995.

SEVERINO, A. J. **Metodolodia do Trabalho Científico.** 23ª ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SHERMAN, R. **The future of biofeedback instrumentation: Applied Psychophysiology and biofeedback**, v. 30, 35ª ed. 2002.

SIMON, M. Biofeedback. In: (Ed.). **Manual de técnicas de terapia e modificação do comportamento**, Editora Santos. p. 335-358, 2002.

SPERANDEI S. O mito da ativação seletiva do músculo vasto medial. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.13, n. 1, p. 109-16, 2005.

STASHUK, D. EMG signal decomposition: how can it be accomplished and used? **Journal Electromyography Kinesiology**, p.151-173, 2001.

SULLIVAN, S. B.; SCHMITZ, T. J. **Fisioterapia: Avaliação e tratamento,** 2ª ed. São Paulo: Manole, 1993.

TANG, S.F.T.; CHEN, C.; HSU, R.; CHOU, S.; HONG, W. LEW, H. L. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: An electromyographic study. **Arch. Prys. Med. Rehabil.** n. 82, p: 1441-1445, 2001.

TOBIN, S.; ROBINSON, G. The effect of McConnell´s vastuslateralis inhibition taping technique on vastuslateralis and vastusmedialisobliquus activity. **Physiotherapy**, v. 86, p. 173-183, 2000.

VAN KAMPEN, A.; HUISKES, R. The three-dimensional tracking pattern of the human patella. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 8, n.3, p. 372-82, 1990.

VAUGHAN-NICHOLS, S. **Game-Console Makers Battle over Motion-Sensitive Controllers**. Computer Society, v. 42, n. 8, ago, 2009.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**. Instruções técnicas sobre o desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil. 9º ed. São Paulo: Manole, 2003.

WILLIAMS, P. L. et al. **Gray Anatomia**.37ª ed. São Paulo: Guanabara Koogan, v. 1, 1995.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. São Paulo: Manole, 2001.

WOLF, S. L. Biofeedback applications in rehabilitation medicine: implications for performance in sports. In: SANDWEISS, J. H., WOLF, S. L. (Ed.) **Biofeedback and Sport Science.** New York: Plenum Press, 1985.

WOLF, M. **The Video Game Explosion: a History from Pong to Playstation and Beyond**. Westport: Greenwood Publishing Group, 2008.

ZHOU, P.; RYMER, W. Z. "Can standard surface EMG processing parameters be used to estimate motor unit global firing rate?". **Journal of Neural Engineering**, v. 1, n. 2, p. 99-110, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Nome da Pesquisa: “Uso de exergames como biofeedback no treinamento de força dos estabilizadores dinâmicos da articulação patelofemoral”

Pesquisadores responsáveis: Tássio Allison Pedrosa Nogueira, Elvis Costa Crispiniano.

Informações sobre a pesquisa: Trata-se de uma pesquisa onde se pretende analisar o uso de exergames, através do console *Xbox kinect 360*, como biofeedback no treinamento de força dos estabilizadores dinâmicos da articulação patelofemoral. Inicialmente será verificada a atividade elétrica e a força dos músculos vasto medial e lateral, através do eletromiógrafo e da célula de carga, e em seguida será realizado o treinamento de força durante 16 sessões com intervalo de 48 horas entre as mesmas. Ao final será realizada uma segunda coleta objetivando comparar os resultados finais com a coleta inicial.

Eu,_____, portador do RG:_____, tendo recebido as informações acima, concordo em participar da pesquisa, pois estou ciente de que o estudo está de acordo com a resolução 196/96 Cap. IV inciso IV. 1. Onde todos os meus direitos abaixo relacionados estarão sendo cumpridos:

A segurança plena de que não serei identificado mantendo o carácter oficial da informação, podendo afastar-me em qualquer momento, bem como o seguro absoluto e sigilo das informações obtidas. Está assegurado que a pesquisa poderá causar um risco mímino (desconforto, constrangimento) ao entrevistado durante a coleta de dados, caso isso aconteça, o mesmo será atenuado através de esclarecimentos sobre a pesquisa, procurando resolver da melhor forma possível. A segurança de que não terei nenhum tipo de despesa material ou financeira durante o desenvolvimento da pesquisa. A garantia de que todo o material resultante será utilizado exclusivamente para a construção da pesquisa e ficará sob a guarda dos pesquisadores, sendo requisitado pelo entrevistado em qualquer momento.

Tenho ciência do exposto acima e desejo em participar da pesquisa.

Patos - PB, ____de____de_____.

_____ _____

Assinatura do entrevistado Assinatura do pesquisador

Contato com o pesquisador responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, entrar em contato com o pesquisador Tássio Allison Pedrosa Nogueira, através do celular: (83)9606-8424.

APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE ARMAZENAMENTO DOS DADOS ELETROMIOGRÁFICOS

DADOS ANTROPOMÉTRICOS

DATA NASCIMENTO:_____/_____/_____ **IDADE:** _____ anos

ESTATURA: _____ cm **PESO:** _____ Kg **IMC:** _____ Kgf

DADOS ELETROMIOGRÁFICOS

ATIVIDADE DO VM **Data Inicial** _____		**ATIVIDADE DO VL** **Data Inicial** _____	
DIREITO	ESQUERDO	DIREITO	ESQUERDO

ATIVIDADE DO VM **Data Final**_____		**ATIVIDADE DO VL** **Data Final**_____	
DIREITO	ESQUERDO	DIREITO	ESQUERDO

FORÇA MUSCULAR **Data Inicial**_____		**FORÇA MUSCULAR** **Data Final**_____	
DIREITO	ESQUERDO	DIREITO	ESQUERDO

APÊNDICE C – TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR

Por meio deste termo de responsabilidade, nós, abaixo-assinados, respectivamente, autor e orientando da pesquisa intitulada “Uso de exergames como biofeedback no treinamento de força dos estabilizadores dinâmicos da articulação patelofemoral”, assumimos cumprir fielmente as diretrizes regulamentadoras emanadas da Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde e suas complementares, outorgada pelo Decreto nº 98,833, de 24 de janeiro de 1987, visando assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, ao (s) sujeito (s) da pesquisa e ao Estado.

Reafirmamos, igualmente, nossa responsabilidade indelegável e intransferível, mantendo em arquivo todas as informações inerentes a presente pesquisa, respeitando a confidencialidade e sigilo das fichas correspondentes a cada sujeito incluído na pesquisa, por um período de cinco anos após o término de sua coleta. Apresentaremos semestralmente e sempre que solicitado pelo Comitê de Ética em Pesquisa das Faculdades Integradas de Patos CEP/FIP, Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) ou ainda, as Curadorias envolvidas no presente estudo, relatório sobre o andamento da pesquisa, comunicando ainda ao CEP/FIP, qualquer eventual modificação proposta no supracitado projeto.

Patos-PB, ____ de _____ de 2012.

_____

Autor da Pesquisa

_____

Orientador

ANEXOS

ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

FUNDAÇÃO FRANCISCO MASCARENHAS
FACULDADES INTEGRADAS DE PATOS – FIP
CURSO DE FISIOTERAPIA
CLÍNICA ESCOLA DE FISIOTERAPIA

Eu,_____,
coordenadora da clínica escola de fisioterapia, venho por meio deste autorizar o desenvolvimento da pesquisa intitulada “ Uso de exergames como biofeedback no treinamento de força dos estabilizadores dinâmicos da articulação patelofemoral” na referida instituição, sob responsabilidade do aluno Tássio Allison Pedrosa Nogueira e orientador Elvis Costa Crispiniano, como requisito para a conclusão do curso de Fisioterapia das Faculdades Integradas de Patos. Declaro, também, que não recebi ou receberei qualquer tipo de pagamento por esta autorização bem como os participantes também não receberão qualquer tipo de pagamento.

Patos - PB, ____ de _____de 2012.

_____
Coordenadora da Clínica Escola de Fisioterapia das FIPs

ANEXO B – TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

FUNDAÇÃO FRANCISCO MASCARENHAS
FACULDADES INTEGRADAS DE PATOS – FIP
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
ACADEMIA DE MUSCULAÇÃO FIP FITNESS

Eu,_____,
Coordenador da Academia de Musculação FIP Fitness, venho por meio deste autorizar o desenvolvimento da pesquisa intitulada “ Uso de exergames como biofeedback no treinamento de força dos estabilizadores dinâmicos da articulação patelofemoral” na referida instituição, sob responsabilidade do aluno Tássio Allison Pedrosa Nogueira e orientador Elvis Costa Crispiniano, como requisito para a conclusão do curso de Fisioterapia das Faculdades Integradas de Patos. Declaro, também, que não recebi ou receberei qualquer tipo de pagamento por esta autorização bem como os participantes também não receberão qualquer tipo de pagamento.

Patos - PB, ____ de _____ de 2012.

_____
Coordenador da Academia de musculação FIP Fitness