

UNIVERSIDADE TÉCNOLOGICA FEDERAL DO PARANÁ

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

DIEGO FRANCISCONI OLIVEIRA

**NÍVEL DE ATIVAÇÃO DO MÚSCULO RETO ABDOMINAL EM
EXERCÍCIOS ABDOMINAIS: MÉTODO TRADICIONAL E MÉTODO
PILATES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2017

DIEGO FRANCISCONI OLIVEIRA

**NÍVEL DE ATIVAÇÃO DO MÚSCULO RETO ABDOMINAL EM
EXERCÍCIOS ABDOMINAIS: MÉTODO TRADICIONAL E MÉTODO
PILATES**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina de TCC 2 do Curso de Bacharelado em Educação Física do Departamento Acadêmico de Educação Física - DAEFI da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a aprovação na mesma.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cintia de Lourdes Nahhas Rodacki

CURITIBA

2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná
Campus Curitiba
Gerência de Ensino e Pesquisa
Departamento de Educação Física
Curso Bacharelado em Educação
Física



TERMO DE APROVAÇÃO

NÍVEL DE ATIVAÇÃO DO MÚSCULO RETO ABDOMINAL EM EXERCÍCIOS ABDOMINAIS: MÉTODO TRADICIONAL E MÉTODO PILATES

Por

DIEGO FRANCISCONI OLIVEIRA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 10 de novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharelado em Educação Física. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **aprovado**.

Prof. Dra. Cintia de Lourdes Nahhas Rodacki
Orientadora

Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva
Membro titular

Prof. Dr. Anderson Caetano Paulo
Membro titular

* O Termo de Aprovação assinado encontra-se na coordenação do curso.

OLIVEIRA, Diego Francisconi. **Nível de ativação do músculo reto abdominal em exercícios abdominais: método Tradicional e método Pilates**. 2017. 56 f. Monografia (Curso de Bacharelado em Educação Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Curitiba, 2017.

RESUMO

Com o passar dos anos, estudos sobre dores na lombar e a sua relação com os músculos da região abdominal vem tendo uma crescente, evidenciando a importância do fortalecimento dessa região para a prevenção da doença. Os exercícios abdominais tradicionais e do método Pilates são apontados como exercícios eficientes para o fortalecimento da região abdominal e conseqüentemente para a melhoria do equilíbrio entre músculos agonistas e antagonistas, agindo diretamente na prevenção da lombalgia. O presente estudo teve o objetivo de identificar e comparar o nível de atividade elétrica (RMS) do músculo reto abdominal, durante a execução de três (3) exercícios abdominais utilizando as técnicas tradicionais (TT) e do método Pilates (TP). Participaram do estudo 32 voluntários, sendo 16 mulheres (GM; n=16) com a idade de 23.9 ± 5.0 anos e 16 homens (GH; n=16) com a idade de 24.8 ± 5.4 anos que já eram familiarizadas com os exercícios do método Pilates. A eletromiografia de superfície (EMG) foi utilizada para quantificar a ativação muscular (RMS) do reto abdominal durante: a execução da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e dos exercícios 1) *Crunch* 2) *The single straight leg stretch* e 3) *Criss-cross* utilizando as técnicas tradicionais e do método Pilates. Os dados sobre a característica da amostra foram submetidos a uma análise descritivo padrão (média e desvio-padrão) a análise de variância (ANOVA) - medidas repetidas, para comparar os valores (RMS) entre as porções musculares do reto do abdômen (supra, intermediário e infra) durante a CIVM. Uma análise de variância (two-way ANOVA) foi empregada. O teste post-hoc de Bonferroni foi utilizado quando foram detectadas diferenças significativas. O nível de significância foi $p < 0,05$. O exercício abdominal *Crunch*, causa uma menor ativação muscular (RMS) em todas as porções do abdômen ($p < 0,05$) quando comparadas aos exercícios *Criss-cross* e *The single straight leg stretch* e em ambas as técnicas TT e TP. A técnica do método Pilates (TP) produz um menor RMS nas porções intermediário e infra do músculo reto do abdômen durante o abdominal *Crunch* quando comparado ao Tradicional (TT), revelando efeitos de interação ($p < 0,05$). Os abdominais *Criss-cross* e *The single straight leg stretch* produzem um maior RMS os quais não sofrem modificações em função da técnica de execução aplicada.

Palavras Chaves: Lombalgia, Reto Abdominal, Método Pilates, Eletromiografia.

OLIVEIRA, Diego Francisconi. **Level activation of the rectus abdominis muscle in abdominal exercises: Traditional method and Pilates method.** 2017. 56 f. Monografia. (Curso de Bacharelado em Educação Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Curitiba, 2017.

ABSTRACT

Over the years, studies on lumbar pain and its relationship with the muscles of the abdominal region have been increasing, evidencing the importance of strengthening this region for the prevention of the disease. Traditional abdominal exercises and the Pilates method are indicated as efficient exercises to strengthen the abdominal region and consequently to improve the balance between agonist and antagonist muscles, acting directly to prevent low back pain. The objective of this study was to identify and compare the level of electrical activity (RMS) of the rectus abdominis muscle during the performance of three (3) abdominal exercises using traditional techniques (TT) and Pilates method (TP). Thirty-two volunteers, 16 women (GM; n = 16), aged 23.9 ± 5.0 years and 16 man (GH; n = 16) at the age of 24.8 ± 5.4 years who were already familiar with the Pilates method. Surface electromyography (EMG) was used to quantify the muscle activation (RMS) of the rectus abdominis during: execution of maximal voluntary isometric contraction (CIVM) and exercises 1) Crunch 2) The single straight leg stretch and 3) Criss-cross using traditional techniques and the Pilates method. The data on the characteristic of the sample were subjected to a standard descriptive analysis (mean and standard deviation) to analysis of variance (ANOVA) - repeated measures, to compare the values (RMS) between the muscular portions of the rectus abdominis (supra, intermediate and below) during the MVIC. An analysis of variance (two-way ANOVA) was employed. The Bonferroni post-hoc test was used when significant differences were detected. The level of significance was $p < 0.05$. Crunch abdominal exercise causes less muscle activation (RMS) in all parts of the abdomen ($p < 0.05$) when compared to Criss-cross and The single straight leg stretch exercises and in both TT and TP techniques. The technique of the Pilates (TP) method produces a lower RMS in the intermediate and inferior portions of the rectus abdominis muscle during Abdominal Crunch when compared to Traditional (TT) showing interaction effects ($p < 0.05$). The Criss-cross and The single straight leg stretch abs produces a higher RMS which are not modified due to the applied technique.

Key words: Low Back Pain, Rectus Abdominis, Pilates Method, Electromyography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Musculatura superficial abdominal.....	17
Figura 2: Músculos profundos da musculatura abdominal	17
Figura 3: Abdominal <i>Crunch</i>	33
Figura 4: <i>Criss-cross</i>	35
Figura 5: <i>The single straight leg stretch</i>	36
Figura 6: Recrutamento do abdômen durante a CIVM.....	38
Figura 7: Nível de recrutamento do abdômen.....	39
Figura 8: Ativação muscular durante a realização dos exercícios <i>Crunch</i> , <i>The single straight leg stretch</i> e <i>Criss-cross</i>	40

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CIVM: Contração Isométrica Voluntária Máxima

EMG: Eletromiografia

GH: Grupo de Homens

GM: Grupo de Mulheres

RASD: Reto Abdominal Superior Direito

RAIND: Reto Abdominal Intermediário Direito

RAID: Reto Abdominal Inferior Direito

RMS: *Root-Mean-Square*

TT: Técnica do método Tradicional

TP: Técnica do método Pilates

UTFPR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 PROBLEMA	11
1.2 OBJETIVO GERAL.....	11
1.2.1 Objetivo(s) Específico(s).....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 LOMBALGIA.....	12
2.1.1 Consequências do desequilíbrio de forças entre a musculatura dorsal e abdominal.....	14
2.2. MUSCULATURA ABDOMINAL.....	16
2.3 EXERCÍCIOS ABDOMINAIS TRADICIONAIS.....	18
2.3.1 Exercícios abdominais tradicionais no fortalecimento da musculatura abdominal	21
2.4 MÉTODO PILATES.....	24
2.4.1 Método Pilates no fortalecimento da musculatura abdominal.....	26
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	29
3.1 TIPO DE ESTUDO.....	29
3.2 POPULAÇÃO / AMOSTRA / PARTICIPANTES.....	29
3.2.1 Critérios de Inclusão	30
3.2.2 Critérios de Exclusão.....	30
3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	31
3.3.1 Descrição dos exercícios realizados.	33
3.4 ANÁLISE DE DADOS	37
4 RESULTADOS	38
5 DISCUSSÃO	41
6 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICE	53

1. INTRODUÇÃO

A dor lombar ou lombalgia é considerada uma das doenças hipocinéticas mais comuns (HOY et al., 2010). Embora as causas da lombalgia incluam fatores psicológicos, estruturais, posturais e mecânicos, vários autores relacionam o enfraquecimento dos músculos flexores (reto do abdômen e transversos) e extensores do tronco (erectores da espinha e multifídeos) e alterações nos mecanismos de controle neuromusculares (recrutamento muscular) as quais podem afetar a eficiência muscular (RICHARDSON et al., 2002) como fatores relevantes para o surgimento da doença (HODGES e RICHARDSON, 1996; KURIYAMA e ITO, 2005; STANDAERT et al., 2008; YOSHIHARA et al., 2001; MAZAHERI et al., 2013).

De fato, quando esses músculos são fortalecidos, há um aumento na pressão intra-abdominal, a que permite melhorar a estabilidade, distribuir e reduzir o estresse aplicado na região lombar da coluna vertebral (WATKINS, 1999, MAZAHERI et al., 2013). Desta forma, um equilíbrio de forças entre os músculos flexores e extensores do tronco pode auxiliar na manutenção de uma boa postura e na redução das sobrecargas aplicadas sobre a lombar de forma a diminuir a probabilidade do surgimento de lombalgias (GAVIÃO, 2015; GUIZZO, 2015).

Existem vários métodos para fortalecer os músculos extensores, flexores e estabilizadores do tronco, tais como o condicionamento físico tradicional, técnicas de fisioterapia, RPG, Yoga, entre outras técnicas (ALVES et al., 2007, MAZAHERI et al., 2013; RACHED et al., 2013, SOROSKY, STILP E AKUTHOTA, 2008; LA TOUCHE, ESCALANTE E LINARES, 2008). Embora os programas de treinamento físico direcionados para o ganho de força muscular serem adequados para o tratamento de lombalgias, a disfunção muscular lombar parece não ser apenas um problema da falta de força muscular, mas pode estar associada a alterações nos mecanismos de controle neuromusculares que afetam a estabilidade muscular do tronco e reduzem a eficiência muscular (RICHARDSON et al., 2002).

Neste sentido o método Pilates, consiste em um conjunto de exercícios baseado em técnicas orientais e ocidentais, que procura melhorar os mecanismos de controle neuromuscular, com aplicação de princípios específicos (concentração, respiração, centralização, controle, precisão e fluidez) (CAMARÃO, 2004; CRAIG,

2005; GALLAGHER & KRYZANOWSKA, 2000). No método Pilates, durante a execução dos exercícios de fortalecimento do abdômen, o aluno é orientado a controlar a respiração, e realizar movimentos que facilitem o recrutamento do músculo transverso do abdômen, do diafragma, dos músculos multífidos e músculos do assoalho pélvico, também chamado de *powerhouse* (SEGAL et al., 2004). A possibilidade de melhoria na coordenação dos músculos posturais tem sido descrita como relevante para atenuar, reduzir e prevenir dores nas costas (O'SULLIVAN, 2000, WELLS, KOLT e BIALOCERKOWSKI, 2012)

A ativação do músculo reto abdominal tem sido considerada como relevante em comparação com outros músculos da parede abdominal, especialmente para a melhoria da estabilidade da coluna vertebral (NORWOOD et al., 2007). Contudo, há controvérsia em relação à efetividade dos exercícios abdominais em relação ao nível de recrutamento reto abdominal (LEHMAN e MCGILL, 2001; CLARCK et al., 2003; DUNCAN, 2009).

De fato, um estudo realizado por Silva et al. (2013), comparou o nível de atividade elétrica (EMG) dos músculos abdominais (Reto abdominal e oblíquo interno e externo) durante o exercício abdominal tradicional e um exercício baseado no método Pilates, e indicou maior ativação muscular do reto abdominal durante a execução do exercício tradicional em comparação com o exercício do método Pilates. Por outro lado, Barbosa et al. (2015) revelaram que a técnica utilizada no método Pilates aumenta o nível de ativação do músculo reto abdominal em relação ao mesmo exercício não associado à respiração e técnica de Pilates. Em outro estudo, observou que pequenas mudanças em um método de exercício de Pilates podem mudar o padrão de ativação elétrica muscular (LOSS et al., 2010). Estes estudos comparam diferentes exercícios abdominais de ambos os métodos, porém, não foi encontrado na literatura algum estudo que comparasse a técnica de execução e respiração dos diferentes métodos no mesmo exercício.

Portanto, diante das controvérsias apresentadas, este estudo visa determinar os níveis de ativação muscular de um conjunto de porções de músculos abdominais quando recrutados durante a realização de exercícios abdominais utilizando as técnicas do método Tradicional e do método Pilates. Uma melhor compreensão sobre o comportamento deste músculo durante a realização dos exercícios poderá fornecer informações relevantes para a prescrição e elaboração de programas que busquem prevenir e reduzir episódios de dores lombares.

1.1. PROBLEMA

Qual metodologia de execução (método Tradicional ou do método Pilates) promove a maior ativação do músculo reto abdominal?

1.2. OBJETIVO GERAL

Comparar o nível de atividade elétrica (RMS) do músculo reto abdominal, durante exercícios abdominais que utilizam a técnica do método Tradicional (TT) e do método Pilates (TP).

1.2.1. Objetivo(s) Específico(s)

- Quantificar a atividade elétrica do músculo reto abdominal durante a contração isométrica voluntária máxima (CIVM);

- Comparar o nível de atividade elétrica do músculo reto abdominal, durante a execução dos exercícios utilizando a técnica do método Tradicional (TT) e as técnicas específicas do método Pilates (TP);

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. LOMBALGIA

A dor lombar, ou lombalgia, pode ser caracterizada por um quadro de desconforto, fadiga ou rigidez muscular na região mais baixa da coluna vertebral, sendo observada em 50% a 90% dos adultos e uma das principais causas de incapacidade física em indivíduos com menos de 45 anos. Segundo a OMS, cerca de 80% da população mundial tem ou terá em algum momento da vida esse tipo de dor. Os sintomas e sinais de lombalgia vão desde ligeiros desconfortos, dores, queimações, crises com “travamentos” e até a incapacidade de manter com o corpo ereto para caminhar ou até mesmo permanecer em pé (REINEHR et al., 2008; IMAMURA et al., 2001).

Na maior parte dos casos, é considerada lombalgia aguda, que aparece de uma forma mais repentina, sendo caráter multifatorial, muitas vezes um simples repouso pode reverter esse caso. A lombalgia tende a ser mais frequente com o envelhecimento, aparecendo crises mais intensas, podendo até se tornar um problema crônico. Simples atividades do cotidiano podem ser suficientes para a causa mecânica da lombalgia com levantar excesso de peso, algum movimento brusco, entre outros, tendo também as causas inflamatórias, nervosas, reumáticas e quando não é possível definir a causa pode-se denomina-la dor lombar inespecífica (IMAMURA et al., 2001).

Um condicionamento físico demasiado fraco e a flacidez muscular também podem gerar dores fortes e transitórias. Estas ocorrências geralmente estão relacionadas à sobrecarga e esforços que geram contraturas, distensão e inflamação local. Para uma musculatura mal condicionada, o acúmulo de lactato gerado pelo excesso de estresse mecânico e a falta de preparo físico podem “travar” as costas da pessoa após o movimento excessivo ou até mesmo deitado em repouso (BRASILE, 1992).

A degeneração dos elementos da coluna vertebral é um dos maiores causadores da dor lombar. Entre eles está o disco intervertebral, que funciona como um amortecedor das cargas sofridas diariamente entre as vértebras. No decorrer dos

anos, o disco vai envelhecendo e desgastando, desidratando e tornando-se mais rígido e quebradiço, não conseguindo mais suportar as cargas exercidas sobre ele. Esse processo é conhecido como degeneração discal. Nele o disco pode inflamar e gerar uma dor profunda na região lombar, chamada de dor discogênica e também pode ocorrer a degeneração do disco pode levar às hérnias de disco, que são extrusões do núcleo do disco intervertebral em direção aos nervos, gerando sintomas irradiados para os membros inferiores (BRASILE, 1992).

A progressão da degeneração e a conseqüente movimentação anormal (não fisiológica) da coluna podem gerar outras condições da coluna, como a espondilolistese, a degeneração das facetas articulares, osteofitose (bicos de papagaio) e escoliose degenerativa (IMAMURA et al., 2001).

Além disso, a musculatura passará a ser excessivamente exigida, sofrendo um processo crônico de fadiga muscular e, conseqüentemente, dor nas costas. Outra patologia associada à idade e a dores nas costas são as fraturas osteoporóticas. Com a perda da qualidade óssea e condicionamento físico inadequado, o excesso de peso corporal ou pequenos traumas podem gerar fraturas dos corpos vertebrais, que colaboram e causam lombalgias de forte intensidade (IMAMURA et al., 2001; MARTELLI et al., 2014)

Ainda segundo Ponte (2005), podemos ter a lombalgia ocupacional, que pode aparecer naturalmente no dia a dia das pessoas, trabalhos que exigem muito tempo sentado ou em pé, carregamento de carga excessiva, vibração ou posturas não confortáveis podem estar relacionadas à lombalgia, ainda mais em casos onde o condicionamento físico ou peso corporal do indivíduo não sejam os ideais.

Um estudo realizado por Reinehr et al. (2008), pesquisou se a relação entre a região da musculatura abdominal e dores lombares, as 6 mulheres voluntárias sofriam de lombalgia crônica, passaram por 20 sessões de treinamento específico para a região central com uma frequência semanal de três sessões com duração de 45 minutos, sendo a coleta de dados realizada antes e depois do período de treinamento, por meio da aplicação de uma escala qualitativa para dor lombar e testes de estabilidade lombar.

Os resultados indicaram que após o período de tratamento ocorreu à ausência total ou decréscimo da dor na região lombar em todos os sujeitos, além de se observar também o aumento da força de estabilização do complexo lombo-

pélvico evidenciando a importância de uma musculatura abdominal fortalecida tanto para prevenir como para remediar a lombalgia.

2.1.1. Consequências do desequilíbrio de forças entre a musculatura dorsal e abdominal

O conjunto lombo-pelve-quadril é definido como centro. O centro é o lugar onde está presente nosso centro de gravidade e onde todos os movimentos são iniciados. Se os músculos do membro forem fortes e o centro fraco os movimentos acabam por ser ineficientes uma vez que não há geração de força suficiente (CLARK, 2003). O bom funcionamento muscular de toda área cinética pode ser adquirido através ganhos de força, controle neuromuscular, potência e resistência muscular no complexo lombo-pelve-quadril.

O maior controle neuromuscular e força de estabilização oferecem um posicionamento biomecânico mais eficiente para toda cadeia cinética, possibilitando, assim a eficiência neuromuscular ideal ao longo dessa cadeia, pois se o sistema neuromuscular não for eficiente, ele não será capaz de responder às exigências impostas durante as atividades funcionais (KENDALL e MCCREARY, 1987).

Na medida em que a eficiência do sistema neuromuscular diminui, a estabilização dinâmica também diminui progressivamente. Essa redução de eficiência provoca os padrões de compensação e substituição, bem como a má postura durante as atividades funcionais. Isso leva ao aumento da tensão mecânica sobre o tecido contrátil e o não contrátil, provocando o microtrauma repetitivo, a biomecânica anormal e a lesão (CLARK, 2003).

Se qualquer segmento da cadeia cinético estiver comprometido, isto é, fora de alinhamento, criará padrões previsíveis de disfunção ao longo de toda a cadeia cinética e esses padrões previsíveis de disfunção são denominados padrões de distorção em série. Se o centro estiver debilitado, a artrocinemática normal fica alterada e faz com que os sinergistas, os estabilizadores e os neutralizadores

tenham que fazer a compensação. A rigidez muscular tem impacto significativo sobre a cadeia cinética (CLARK, 2003).

Uma parede abdominal fortalecida permite a estabilização da coluna lombar, possibilitando ainda o transporte excepcional de cargas excessivas em posições extremas (ANDERSSON et al., 1996).

Costa (1998) demonstra que indivíduos com dores na coluna lombar apresentam resposta neuromotora anormal dos estabilizadores do tronco que acompanham o movimento do membro, além de oscilação postural significativamente maior e redução dos limites de estabilidade.

Cerca de 70% dos pacientes sofrem episódios recorrentes de dor na região lombar. Constatou-se que estes indivíduos apresentam redução na estabilidade postural dinâmica nos estabilizadores proximais do complexo lombo-pelve-quadril após lesões ligamentares (REINEHR et al., 2008).

Além disso, as lesões articulares e ligamentares podem acarretar diminuição da atividade muscular e também provocar derrame articular, o que por sua vez, acarreta a inibição muscular. Isso provoca o controle neuromuscular alterado em outros segmentos da cadeia cinética, secundários à alteração da propriocepção e da cinestesia (CLARK, 2003).

Wilhed (1986) aponta um desequilíbrio de forças entre as musculaturas dorsal e abdominal em função das diferentes exigências que ambas sofrem no dia-a-dia. Descreve que a musculatura dorsal participa de quase todas as tarefas cotidianas, os músculos do dorso são sempre treinados quando erguemos objetos, estamos em pé ou sentados, enquanto que a musculatura abdominal não, por esse motivo, na maioria dos indivíduos, é muito fraca em relação à musculatura dorsal, em contraste com os músculos das costas, a fraqueza dos músculos abdominais é prevalente (KENDALL e MCCREARY, 1987).

Como podemos observar quando do estudo da extensão do tronco, uma das causas de frequentes lombalgias encontra-se relacionada a um desequilíbrio de força e flexibilidade envolvendo as regiões lombar e abdominal (COSTA, 1998). Axler e McGill (1997) relatam a importância dos exercícios abdominais para prevenção e reabilitação de dores na coluna lombar e que a prática desses exercícios vem se tornando cada vez mais comum.

Por causa dessa menor exigência diária e que acaba auxiliando para o desequilíbrio, os exercícios abdominais são recomendados para todas as pessoas,

uma vez que quanto mais forte for a musculatura abdominal maior é o alívio, a estabilidade e melhor é a distribuição da sobrecarga na coluna por causa de um aumento na pressão interna. Por isso, um centro forte e estável pode contribuir para a eficiência neuromuscular ideal ao longo de toda cadeia cinética, auxiliando a melhorar o controle postural dinâmico (CLARK, 2003).

2.2. MUSCULATURA ABDOMINAL

A musculatura abdominal é constituída de quatro músculos: reto do abdômen (origem: quinta a sétima costela, processo xifóide; inserção: ramo superior da púbis; ação: flexão anterior do tronco), oblíquo externo (origem: oito últimas costelas; inserção: espinha ilíaca ântero-superior, crista ilíaca e púbica; ação: bilateralmente: flexão do corpo; unilateralmente: flexão para o mesmo lado e rotação para o lado oposto), oblíquo interno (origem: crista ilíaca, espinha ilíaca pósterosuperior e fáscia toraco-lombar; inserção: últimas costelas e linha alba; ação: bilateralmente: flexão anterior do tronco; unilateralmente: flexão e rotação para o mesmo lado) e transversos do abdômen (origem: fáscia toraco-lombar; inserção: últimas costelas e linha alba; ação: reter as vísceras abdominais) (COSTA, 1998).

Gouveia (2008) relata que a musculatura abdominal é dividida em dois grupos: os músculos superficiais que são o oblíquo externo e reto abdominal, e os músculos profundos que são os oblíquos internos, o transversos abdominal e os multífidos. Desta forma podemos observar nas figuras 1 e 2:

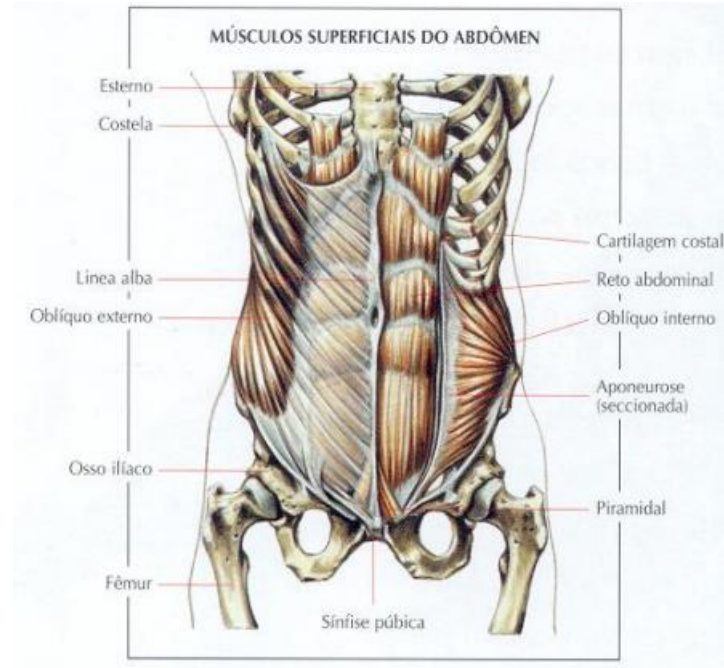


Figura 1: Musculatura superficial abdominal
Fonte: DELAVIER, 2006.

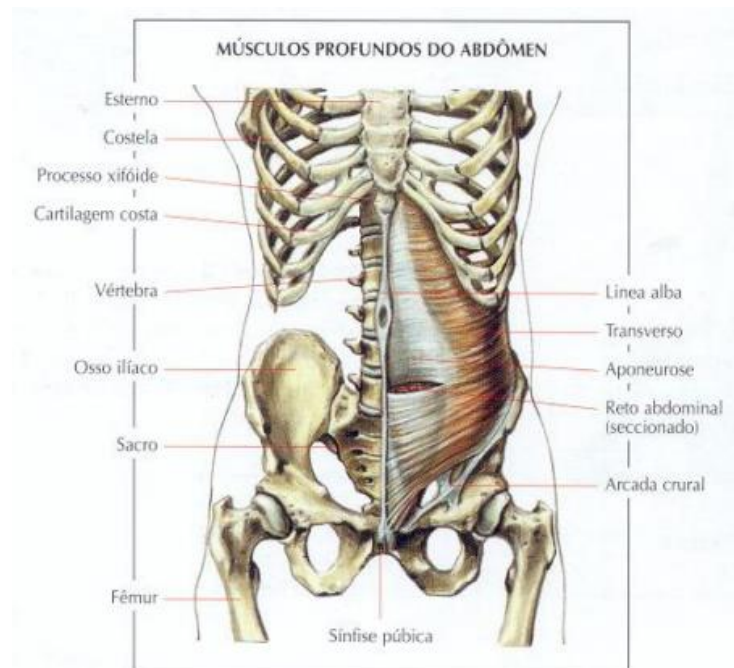


Figura 2: Músculos profundos da musculatura abdominal
Fonte: DELAVIER, 2006.

O reto do abdômen, oblíquo externo e interno são pares, localizam-se de forma simétrica bilateralmente formando a parede ântero-lateral do abdômen e são considerados como motores primários dos exercícios abdominais.

Já o transverso do abdômen encontra-se numa camada mais funda e grossa formada por fibras paralelas que cruzam horizontalmente o abdômen como se fosse uma cinta que deprime a parede abdominal, comprime as vísceras abdominais e estabiliza a linha Alba, o que melhora a ação dos músculos antero-laterais do abdômen e atua em todas as atividades que representem a constrição do abdômen (compressão de seu conteúdo), como a micção, defecação, parto normal, expiração forçada, entre outras ações (COSTA, 1998).

Os músculos abdominais agem como uma unidade funcional integrada que ajuda a manter a cinemática ideal da coluna e quando operam de forma eficiente os abdominais oferecem estabilização nos planos sagital, frontal e transverso por meio do controle das forças que atingem o complexo lombo-pelve-quadril.

O reto do abdômen desacelera excentricamente a extensão e flexão lateral do tronco, bem como fornece estabilização dinâmica durante os movimentos funcionais; Os oblíquos externos atuam concentricamente para produzir rotação contralateral e flexão lateral e ipsilateral e excentricamente para desacelerar a extensão, a rotação e a flexão lateral do tronco durante os movimentos funcionais; O oblíquo interno opera de forma concêntrica para produzir a rotação ipsilateral e a flexão lateral e, de forma excêntrica, para desacelerar a extensão, a rotação e a flexão lateral. Este se insere em uma camada posterior da fáscia toraco-lombar. A contração do oblíquo interno cria uma força de tensão lateral sobre a fáscia toraco-lombar, que cria a estabilização translacional e rotacional intrínseca da unidade da coluna (CLARK, 2003).

O transverso do abdômen é provavelmente o mais importante dos músculos abdominais, pois ele atua para aumentar a pressão intra-abdominal, fornecer estabilização dinâmica contra forças de rotação e translação na coluna lombar e também proporcionar eficiência neuromuscular ideal para todo o complexo lombo-pelve-quadril. A contração do transverso do abdômen precede o início do movimento do membro e de todos os outros músculos abdominais, independentemente da direção das forças de reação (CLARK, 2003).

A elaboração de tensão unilateral pelos músculos produz flexão lateral da coluna na direção dos músculos contraídos. A elaboração de tensão nos oblíquos internos acarreta rotação da coluna para o mesmo lado. A elaboração da tensão pelos oblíquos externos resulta em rotação para o lado oposto. Se a coluna estiver fixa, os oblíquos internos produzem rotação pélvica para o lado oposto, com os

oblíquos externos produzindo rotação de pelve para o mesmo lado. Esses músculos formam também a maior parte da parede abdominal, que protege os órgãos internos do abdômen (HALL, 2000).

Em resumo, pode-se dizer que os principais músculos flexores do tronco são o reto abdominal, os oblíquos externos e os oblíquos internos. Funcionando bilateralmente, esses músculos são os principais flexores do tronco (espinhas) e reduzem também a inclinação pélvica.

2.3. EXERCÍCIOS ABDOMINAIS TRADICIONAIS

São considerados exercícios abdominais os movimentos que proporcionam a aproximação do gradil costal à crista ilíaca contra a ação de uma resistência, a ação da gravidade (força gravitacional) e, predominantemente, realizados em decúbito (dorsal ou lateral). Dentre as inúmeras importantes funções da musculatura abdominal podemos destacar: atua no processo da respiração, proporciona um aumento da pressão intrabdominal e exerce relevante papel na manutenção do equilíbrio postural (COSTA, 1998).

O abdominal é um exercício de deslocamento multiarticular projetado para trabalhar particularmente o reto abdominal e as contrações similares dos oblíquos ajudam a promover uma flexão ereta do tronco. Sendo assim, qualquer combinação destas contrações musculares pode ser executada para mudar a parte dos músculos abdominais eleitos como alvo (AABERG, 2001).

Estes exercícios abdominais podem ser executados de maneira inclinada, plana ou declinada, mas isso depende do tamanho da resistência desejada, ressaltando também que a posição do braço pode aumentar ou diminuir essa resistência (AABERG, 2001).

De acordo com Escamila et al. (2006), os exercícios abdominais devem recrutar toda a musculatura abdominal (reto abdominal nas suas três porções, oblíquo interno e externo), evitando que os flexores do quadril e o reto femoral sejam

sobrecarregados durante a execução dos movimentos pois uma grande ativação dos flexores gera uma força que pode provocar uma rotação anterior da pelve, aumentando a lordose lombar. Além disso, associado a uma musculatura abdominal enfraquecida, aumenta-se o risco do surgimento de dores lombares como a lombalgia.

Partindo dessa premissa, segue abaixo alguns exercícios abdominais tradicionais:

- Abdominal *Crunch*: partindo da posição de decúbito dorsal, colocando os braços e mãos atrás da cabeça, sobre o peitoral ou ainda deixa-las estendidas ao lado do tronco para uma melhor execução do movimento, joelhos fletidos à 90° aproximando os tornozelos do glúteo, executar uma leve flexão de tronco à frente de aproximadamente 30°, sem flexão de quadril, elevando as escápulas até sair do solo, enrolando os segmentos e mantendo a lombar no chão (DELAVIER, 2006).

- Abdominal *Sit-up*: partindo da posição de decúbito dorsal, colocando as os braços e mãos atrás da cabeça, sobre o peitoral ou ainda deixá-las estendidas ao lado do tronco para uma melhor execução do movimento, joelhos flexionados aproximando os tornozelos do glúteo, executar uma flexão de tronco à frente, com flexão de quadril, executando a ação de sentar quase encostando o peitoral nos joelhos (NEGRÃO, BERZIN e SOUZA, 1997).

- Abdominal Elevação das Pernas: partindo da posição de decúbito dorsal, pernas estendidas ou semi-fletidas, executar uma flexão de quadril mantendo a lombar no solo, elevando as pernas do chão até a amplitude desejada e em seguida retornando as ao solo (NOVAES, 2001)

- Abdominal *V-Sit*: partindo da posição de decúbito dorsal, executa se uma flexão de quadril com movimento simultâneo das pernas e do tronco, assemelhando se com o movimento de um canivete (ESCAMILLA et al., 2006).

- Abdominal Oblíquo: partindo da posição de decúbito dorsal, colocando as os braços e mãos atrás da cabeça, joelhos flexionados aproximando os tornozelos do glúteo, executar uma leve flexão de tronco à frente com rotação do tronco para direita ou esquerda, sem flexão de quadril, elevando as escápulas até sair do solo, enrolando os segmentos e mantendo a lombar no chão (NOVAES, 2001).

Inevitavelmente a maioria esmagadora das pessoas realiza o exercício abdominal *Crunch* e *Sit-ups* sem a utilização de equipamentos pela simplicidade e até certa facilidade de execução (depende do nível de cada indivíduo), sendo assim,

com o interesse geral em desenvolver a musculatura abdominal resultou em uma explosão de variedades de equipamentos no mercado de *fitness*, prometendo uma maior ativação muscular comparado aos exercícios tradicionais (HILDENBRAND e NOBLE, 2004).

De acordo com Bird et al. (2006), os exercícios abdominais citados à cima são os mais tradicionais e mais executados por indivíduos nas academias ou até mesmo em casa. Entretanto, existem inúmeros aparelhos e acessórios disponíveis no mercado (*Bosu, Fit Ball, Torso Track, Ab Slide, PerfectAbs, Power Wheel, etc*) que visam proporcionar uma melhor forma de execução com uma maior ativação muscular da musculatura abdominal (ESCAMILLA et al., 2006).

Os exercícios abdominais que dependem da utilização de equipamentos e bolas podem ser considerados exercícios abdominais não tradicionais, pois apresentam diferentes magnitudes de respostas eletromiográficas quando comparados com exercícios tradicionais, possibilitando uma maior incidência de lesões para indivíduos iniciantes (ESCAMILLA et al., 2006; STERLICH et al., 2007).

Segundo estudo realizado por Lizardo et al. (2009), comparou-se o exercício *Crunch* no solo (abdominal tradicional) com o abdominal realizado no aparelho *Ab swing* (flexão do tronco e do quadril simultaneamente, abdominal não tradicional) em dois níveis (iniciante e intermediário) e concluiu-se que o exercício *Crunch* é mais eficaz que o *Ab swing* nos níveis iniciante e intermediário no recrutamento do reto do abdômen como um todo e sem uma alta ativação do reto femoral, evidenciando que os acessórios podem não ser tão eficaz como se imagina.

2.3.1. Exercícios abdominais tradicionais no fortalecimento da musculatura abdominal

Muito se fala na estética dos músculos abdominais e se esquece das funções principais deste grupo muscular que é a função postural e a fisiológica. Este grupo de músculos, que se origina na coluna vertebral e das costelas, envolve toda região inferior e posterior do tronco, e, justamente por este motivo, realiza a

manutenção da postura, seja ela sentada, deitada ou em pé. Além disso, mantém a contração das vísceras abdominais, sendo sua contração importante nas funções digestivas e urinárias (MATOS, 2002).

Os músculos da parede anterior do abdômen (reto do abdômen, oblíquos internos e externos e transversos) possuem fundamental função na postura e movimentação da coluna vertebral, pelve e caixa torácica e os movimentos que eles permitem à coluna realizar são: flexão, flexão lateral e rotação. Estes devem ser trabalhados para um bom desenvolvimento dos músculos do abdômen, salientando que os músculos realizam também a retroversão da pelve e por isso são importantes na prevenção ou diminuição da hiperlordose lombar (CAMPOS, 2000). Biomecanicamente, este grupo realiza a flexão do tronco ou a flexão (retroversão) da pelve (MATOS, 2002).

O que determina o fortalecimento da musculatura abdominal vai muito além de um simples exercício, pois exige toda uma preparação por trás disso, levando em consideração quais exercícios executar, intensidade, quantas vezes na semana, entre outros fatores.

Isto posto, segundo Moraes et al. (2011), em pesquisa realizada em 13 universitários de ambos sexos, onde executaram o abdominal *Crunch* com carga e sem carga, concluíram que existe uma maior ativação da musculatura abdominal quando se executado com carga, podendo ser uma alternativa para indivíduos que queiram aumentar o nível de força abdominal.

Em contrapartida muitos exercícios abdominais quando executados, acabam por ativar outras musculaturas como os flexores do quadril e paravertebrais lombares, dessa maneira o verdadeiro objetivo do exercício não é alcançado, o que pode não trazer nenhum benefício (ESCAMILLA et al., 2006).

Contudo, Sparling (1997), revelou que o exercício *Crunch* (flexão da coluna em enrolamento) com os pés fixados ao solo, minimiza a ação do músculo reto femoral, evidenciando a efetividade do exercício e seu potencial de ação na musculatura do reto do abdômen.

O ilíaco é um dos principais flexores do quadril e sua função principal é realizar a flexão do mesmo, com ligeira adução, ativar essa musculatura resultará em uma inclinação pélvica anterior que se estiver encurtada manterá a pelve nessa posição e aumentará a lordose lombar, sobrecarregando a compressão nas vértebras lombares, principalmente L4 e L5 (ESCAMILLA et al., 2006).

Bankoff e Furlani (2001) realizaram um estudo onde foi verificado os níveis eletromiográficos gerados pelo reto abdominal durante a realização de diferentes tipos de abdominais, e constataram que o melhor trabalho muscular dessa musculatura aconteceu no abdominal *Sit-up*, exercício que necessita de uma grande ação do abdômen. Em contrapartida Beim et al. (1997), ao comparar o exercício *Sit-up* com o exercício *Crunch*, apesar de serem exercícios similares, foi encontrado maior potencial de ação do reto abdominal inferior no exercício *Crunch*.

Em outro estudo realizado por Lizardo et al. (2014), visou analisar um possível aumento de intensidade no exercício abdominal *Crunch*. Nele foi avaliado duas formas de realização, uma no *Bosu* e outra no aparelho *Crunch Bench* e concluiu-se que os exercícios executados no *Bosu* obtiveram uma maior ativação da musculatura abdominal, porém em ambos a ativação do reto femoral foi baixa, levando em consideração que os aparelhos são seguros para a execução de um exercício para o músculo do tronco e principalmente para iniciantes ou àqueles que desejam uma variação para uma maior intensidade no exercício é indicado o *Bosu*.

Anzai e Liberali (2011) destacaram a importância de se compreender as diferenças biomecânicas entre os exercícios abdominais, prevendo que os exercícios com flexão ativa do quadril ou com os pés presos devem ser utilizados com precauções para pessoas que tenham musculatura abdominal fraca e/ou problemas na região lombar, devido à grande ativação da musculatura flexora do quadril, o que poderia causar sérios danos à coluna lombar devido ao aumento da pressão intradiscal.

Ainda no estudo de Anzai e Liberali (2011), enfatizou-se a eficácia e segurança do abdominal *Crunch* em relação à realização de exercícios abdominais com equipamentos, exercícios com flexão ativa do quadril ou flexão do tronco com os pés presos ou estendidos no chão, pelo fato desses exercícios gerarem uma maior ativação dos flexores do quadril, o que pode ser um problema para indivíduos com patologias na coluna por inclinar anteriormente o quadril e hiperestender à coluna lombar, causando uma sobrecarga na mesma. Dentro desta perspectiva, o *Crunch* se torna um exercício abdominal muito seguro de se realizar e eficaz na ativação da musculatura abdominal, sendo considerado um dos melhores exercícios para o fortalecimento desta região.

Hildenbrand e Noble (2004) declaram que o público em geral está interessado no trabalho de força abdominal não só pelos seus benefícios a nível da

coluna lombar, mas principalmente pela estética, pela imagem corporal que a musculatura abdominal transmite. Isto se deve a uma sociedade com níveis de gordura corporal cada vez mais elevados, inclusive a gordura localizada nesta mesma região, dando ênfase na busca de uma musculatura abdominal mais fortalecida e aparente.

Portanto, o resultado também não depende somente do praticante, mas sim da compreensão das possibilidades e limites a serem alcançados por cada indivíduo. Por isso, o local de suas atividades deve ser adequado, possuindo assim os recursos necessários para desenvolvimento de um programa racional de atividades que respeite as individualidades de cada um, não deixando que os exercícios se tornem maçantes e desmotivadores, seguindo sempre orientações antes de iniciar qualquer programa de atividade física.

2.4. MÉTODO PILATES

O Método Pilates teve como seu criador Joseph Hubertus Pilates nascido em 1880 perto de Dulsseldorf na Alemanha. Desde a infância era uma criança muito frágil, sofria com raquitismo, asma e febre reumática (PICOLLI, 2010).

Essa fragilidade fez com que Joseph buscasse através da atividade física melhores condições para tratá-las e melhorar sua condição física e apesar das dificuldades, Joseph superou seus limites conseguindo ser ginasta, mergulhador e esquiador em sua adolescência e chegou até a se aventurar no fisiculturismo posando para alguns cartazes de Anatomia. Sua força de vontade levou a estudar várias formas de movimento como: yoga, zen budismo, técnicas gregas e romanas, anatomia, fisiologia e conhecimentos da medicina oriental (PANELLI, 2006, RIBAMAR et al., 2010).

Em 1912, no auge dos seus 32 anos, Joseph mudou-se para Inglaterra, onde se tornou boxeador e instrutor de autodefesa e foi nesse momento em que se eclodiu a Primeira Guerra Mundial, onde ele e outros alemães foram considerados estrangeiros inimigos e foram feitos prisioneiros na Ilha de Man (CAMARÃO, 2005).

Durante este período, Joseph aplicou seus métodos de exercícios em outros internos, utilizando um programa de exercícios de resistência criado por ele para auxiliar em uma recuperação mais rápida dos lesados. Contudo ele só foi reconhecido quando uma epidemia de gripe matou milhares de ingleses em 1918, enquanto ele e os internos que executavam seu programa de exercícios não foram afetados (CAMARÃO, 2005).

Ainda durante a supracitada guerra, Joseph percebeu, por sua própria experiência, a importância de fortalecer os músculos para ajudar na recuperação de lesões e começou suavemente e sistematicamente movendo os braços e as pernas dos pacientes. Diferente de como trabalhava os exercícios com os internos, Joseph precisou inovar sua técnica, pois, não podia tirar os feridos do leito e foi então que ele propôs como tratamento para pessoas incapacitadas e enfermas, camas hospitalares e suas molas para oferecer resistência aos exercícios, iniciando o desenvolvimento de máquinas adaptadas, estas utilizadas como protótipo dos equipamentos usados até hoje, bem como: *Reformer, Cadillac, Chair, Barrel* e outros acessórios (LATEY, 2001, RIBAMAR et al., 2010).

Decretado o fim da Guerra, Joseph retorna ao seu país de origem para dar continuidade ao seu trabalho e aperfeiçoar seus métodos e aparelhos. Em 1925, o governo alemão requisitou os trabalhos de Joseph para treinar as forças armadas do país, porém, este não era o objetivo dele, que recusou a oferta (LATEY, 2001; BRYAN; HAWSON, 2003).

No ano seguinte, aos 46 anos, Joseph decide migrar para os Estados Unidos em um navio onde conheceu sua futura esposa, enfermeira Clara e ao chegarem à Nova York, ambos montaram um Studio onde dividiam um espaço com o New York City Ballet, para o ensino dos conhecimentos e técnicas de seu programa de exercícios e movimentos, que também ficou conhecido como a Arte do Controle ou Contrologia (LATEY, 2001; BRYAN; HAWSON, 2003),

A técnica de Joseph passou a fazer parte da rotina dos bailarinos e acabou atraindo os olhares das maiores companhias de dança da época. Bailarinos lendários como Martha Graham, George Balanchini e Rut St. Denis foram alunos que ficaram impressionados com os resultados dos métodos usado por ele; E logo depois de se tornar popular primeiro entre os bailarinos, o método passa a ser tornar popular entre diversas pessoas que precisavam de reabilitação (LATEY, 2001; BRYAN; HAWSON, 2003).

Joseph Hubertus Pilates faleceu em 1967, aos 87 anos e sua esposa Clara continuou a difundir o método, tornando-o famoso no mundo todo (LATEY, 2001; PICOLLI 2010). Joseph ainda escreveu dois livros sobre sua metodologia e tem alguns vídeos disponíveis, porém, os maiores propulsores de seu método foram seus pupilos e sua esposa, que após seu falecimento, escolheu Romana Kryzanowska, que era aluna e discípula de Joseph, para realizar a interpretação artística e difusão de Método Pilates (LATEY, 2001).

Contudo, para Joseph Hubertus Pilates, o termo Contrologia era o controle consciente de todos os movimentos musculares do corpo humano, associado à correta utilização e aplicação dos mais importantes princípios das forças que se aplicam a cada um dos ossos do esqueleto, com o completo conhecimento dos mecanismos funcionais do corpo e o total entendimento dos princípios de equilíbrio e gravidade aplicados a cada movimento, no estado ativo, em repouso e dormindo (GALLAGHER, KRYZANOWSKA 2000).

2.4.1. Método Pilates no fortalecimento da musculatura abdominal

O método criado por Joseph Hubertus Pilates consiste em seis princípios que estão interligados e que devem atuar simultaneamente, sendo eles a centralização, concentração, controle, precisão, fluidez e respiração (PATERSON, 2009).

A Centralização refere-se ao centro do corpo, Pilates também chamava de “Powerhouse” ou “ponto de força”, principal ponto de controle do corpo. Constituído pelas 4 camadas abdominais: o reto do abdômen, oblíquo externo e interno, transversos do abdômen; eretores profundos da espinha, extensores, flexores do quadril juntamente com os músculos que compõem o períneo. O fortalecimento desta região proporciona a estabilização do tronco e um alinhamento biomecânico com menor gasto energético durante a realização de movimentos (MUSCOLINO; CIPRIANI, 2004).

A Concentração está ligada a atenção que o indivíduo deve ter ao realizar os determinados exercícios, buscando ter o controle sobre cada músculo de seu corpo, atingindo a maior eficiência possível na execução. Toda parte do corpo é considerada importante e nenhum movimento pode ser ignorado, a atenção está ligada diretamente a aprendizagem motora, que é o grande objetivo do método (LATEY, 2001).

O Controle é a capacidade de realizar os movimentos com uma intensidade constante, ter precisão e qualidade de execução. Aperfeiçoar a coordenação para a obtenção de movimentos suaves e harmônicos evitando contrações musculares inadequadas ou indesejáveis (METEL; MILERT, 2007).

A Precisão é de fundamental importância qualidade do movimento, no alinhamento postural do corpo, mantendo um equilíbrio entre mente e corpo, buscando um refinado controle entre a transição de um músculo para o outro (PANELLI, 2006).

A Fluidez está ligada a leveza na realização dos movimentos, nada deve ser duro ou irregular, rápido ou lento demais, os exercícios devem fluir buscando um movimento suave e uniforme. Evitar movimentos pesados, truncados, que criam algum tipo de choque no solo, gerando desperdício de energia e podendo gerar desgastes prematuros nos tecidos (LATEY, 2001).

A Respiração para Latey (2002) é o primeiro princípio a ser ensinado consistindo em uma sincronização da respiração com a execução dos exercícios. Pilates enfatizava o trabalho de respiração e afirmava que frequentemente respiramos de maneira errada, usando apenas uma fração da capacidade dos pulmões, para ele quando os exercícios estão em ritmo com a respiração, favorecem uma melhor oxigenação do sangue para os tecidos (MUSCOLINO; CIPRIANI, 2004).

Levando esses princípios em consideração, para a execução correta dos movimentos, Gavião (2015) diz que “A manutenção de um bom padrão respiratório é recomendada durante todas as aulas de Método Pilates a fim de incentivar uma maior ativação de músculos profundos abdominais e pelve, facilitando a estabilização de tronco”, referindo-se a importância das técnicas de respiração e de controle da musculatura abdominal durante a execução dos exercícios.

Em uma pesquisa realizada por Escamilla et al. (2010), foi feito um estudo comparando o recrutamento de musculatura abdominal em exercícios com bola e abdominais tradicionais e concluiu-se que o rolamento para frente com bola, bem

como o pico, exercício realizado com mãos e pés no solo, membros estendidos e face voltada para baixo, elevando quadril para o teto, foram os exercícios que mais obtiveram recrutamento de musculatura abdominal, tanto de músculo reto abdominal como de oblíquo.

Em outro estudo realizado por Dorado et al. (2012), analisou a hipertrofia da parede abdominal após 36 semanas de aulas de Pilates, através de ressonância magnética e concluiu que as mulheres participantes tiveram uma significativa hipertrofia de abdômen, mas especificamente do reto abdominal, evidenciando que o Pilates pode proporcionar além do fortalecimento da musculatura abdominal, uma hipertrofia da mesma.

Pereira (2014) comparou o exercício *Criss-cross* com mais dois exercícios encontrados no método Pilates, o *Single Leg Stretch* e o *Dead Bug*, em dois tipos de grupos, primeiro grupo formado por pessoas com lombalgia crônica e o segundo grupo formado por pessoas saudáveis, e foi verificado que durante a realização dos exercícios, o *Criss-cross* apresenta maiores valores de RMS do reto do abdômen em relação aos outros dois exercícios em ambos os grupos, evidenciando que este exercício abdominal proporciona uma maior atividade elétrica muscular do reto do abdômen em relação ao outros comparados.

Portanto, podemos observar o quanto o método Pilates vem sendo eficaz no fortalecimento da parede abdominal e os benefícios que ele pode trazer ao praticante.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1. TIPO DE ESTUDO

Segundo Thomas et al. (2009), um estudo transversal ocorre quando a relação exposição-doença em uma população é investigada em um momento particular, fornecendo um retrato da situação naquele momento, grupos são formados apenas na realização da análise de dados, pois só nesta etapa é possível identificar quem são os doentes e não doentes e expostos e não expostos.

Em estudos experimentais, Thomas et al. (2009) diz que a pesquisa tenta estabelecer relações de causa e efeito, isto é, a variável independente é manipulada para que seja avaliado o seu efeito sobre a variável dependente.

Desta forma, este estudo é de caráter experimental transversal, pois os indivíduos foram avaliados no mesmo momento do teste, evidenciando os resultados obtidos através da realização dos exercícios.

3.2. POPULAÇÃO / AMOSTRA / PARTICIPANTES

A amostra foi composta por 32 participantes de ambos os sexos, sendo 16 mulheres e 16 homens, com idade entre 20 e 55 anos, praticantes de atividade física e familiarizadas com as técnicas do Método Pilates.

Os participantes não apresentavam dores lombares ou patologias conhecidas entre os últimos oito meses que procederam ao estudo e estes foram esclarecidos e convidados a participar da pesquisa de forma voluntária, após a resposta positiva assinaram o termo de consentimento livre esclarecido (TCLE).

3.2.1. Critérios de Inclusão

- Homens e Mulheres com a idade entre 20 e 55 anos de idade;
- Estar apto para a prática de exercícios físicos;
- Ser familiarizado com a execução dos movimentos / exercícios do método Pilates;

3.2.2 Critérios de Exclusão

- Apresentar dores lombares ou patologias conhecidas entre os últimos oito meses que precederam o estudo.

3.3. INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

Com a aprovação do Comitê de Ética da UTFPR, participaram do estudo 32 voluntários de ambos os sexos, sendo 16 mulheres e 16 homens. Os participantes preencheram o TCLE, receberam as instruções devidas sobre a pesquisa e as informações sobre como deve ser a execução dos movimentos em ambos os exercícios.

A eletromiografia de superfície (EMG) foi utilizada para quantificar o nível de ativação do músculo reto abdominal porção superior (RASD), porção intermediário (RAIND) e porção inferior (RAID), ambos do lado direito, durante a execução da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e durante a execução dos exercícios, utilizando as técnicas do método Tradicional (TT) e do método Pilates (TP).

Em cada participante foram utilizados os eletrodos de disco de superfície bipolar (AgeAgCl, Meditrace, Mansfield, MA, EUA), medindo 10 mm de diâmetro e estes eletrodos foram posicionados no músculo RASD logo abaixo do ponto médio entre o meio da costela e o processo xifóide, mas não na interseção do tendão e 3 cm da linha média. No RAIND foram posicionados os eletrodos em um ponto médio entre o umbigo e o meio da costela e 3 cm lateral da linha média. Os eletrodos do RAID foram posicionados aproximadamente no ponto médio entre o umbigo e a sínfise púbica e 3 cm lateral da linha média. Um eletrodo de referência foi colocado no punho direito.

Os eletrodos foram colocados a uma distância de 2 cm na maior porção da massa muscular seguindo a orientação das fibras musculares, mas antes de o eletrodo ser colocado, a pele foi tricotomizada, limpa com álcool 70% e esfregada com uma lixa para reduzir a impedância, técnicas descritas por Basmajian e DeLuca (1985).

A frequência de aquisição da EMG foi fixada em 2000 Hz. Filtro passa banda com frequência de corte de 20 e 500 Hz foi aplicado ao dado bruto. O nível de ativação muscular foi determinado pelo cálculo da raiz quadrada da média da ativação muscular (RMS) (em torno de 500 ms no pico da força) na fase excêntrica e concêntrica usando software específico (EMGsystem).

O início da atividade eletromiográfica foi considerado quando o valor ultrapassou dois desvios padrão do valor da média observada da linha de base (silêncio eletromiográfico). Todos os procedimentos para o registro eletromiográfico seguiram as recomendações da International Society of Electromyography and Kinesiology.

A medida da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) do músculo reto do abdômem foi realizada para fins de normalização dos sinais eletromiográficos. Foi solicitado para cada participante que realizasse três repetições da CIVM do músculo reto do abdômem com intervalo de três minutos entre cada contração.

Procedimentos de exercício

Primeiramente cada participante realizou três CIVMs, que consiste em flexionar o tronco durante a posição de supina com joelho flexionado a noventa graus e os pés no chão. Cada flexão teve a duração de seis segundos com um intervalo de dois minutos entre elas para permitir repouso e recuperação metabólica.

Os voluntários foram verbalmente encorajados, durante a flexão do tronco, superando uma resistência imposta manualmente sobre os ombros por dois pesquisadores durante os seis segundos gerando assim a contração isométrica. A fim de normalizar os sinais eletromiográficos foi considerado o maior RMS obtido durante a CIVM.

Cinco minutos após este procedimento, cada voluntário realizou os seguintes exercícios (seis repetições consecutivas), intervalo de dois minutos entre cada exercício, executando primeiramente com a técnica do método Tradicional (TT), após isso repetiram os exercícios usando a técnica do método Pilates (TP). O ritmo de execução foi imposto pelo instrumento metrônomo que determinava a cadência dos exercícios, sendo eles os seguintes:

1) abdominal com pernas flexionadas a 90 graus e apoiadas no solo (*Crunch*, figura 3);

2) abdominal com as pernas elevadas, joelhos flexionados e rotações de tronco (*Criss-cross*, figura 4).

3) abdominal com pernas elevadas e estendidas (*The single straight leg stretch*, figura 5);

3.3.1. Descrição dos exercícios realizados

1) Abdominal com pernas flexionadas a 90 graus e apoiadas no solo (*Crunch*):

- **Método Tradicional (TT):** Partindo da posição de decúbito dorsal, colocando os braços e mãos atrás da cabeça, sobre o peitoral ou ainda deixa-las estendidas ao lado do tronco para uma melhor execução do movimento, joelhos fletidos à 90 graus aproximando os tornozelos do glúteo, executar uma leve flexão de tronco à frente de aproximadamente 30 graus, sem flexão de quadril, elevando as escápulas até sair do solo, enrolando os segmentos e mantendo a lombar no solo. Expirar na fase concêntrica do movimento e inspirar na fase excêntrica.

- **Método Pilates (TP):** Partindo da posição de decúbito dorsal, colocando os braços e mãos atrás da cabeça, sobre o peitoral ou ainda deixa-las estendidas ao lado do tronco para uma melhor execução do movimento, joelhos fletidos à 90 graus aproximando os tornozelos do glúteo, executar uma leve flexão de tronco à frente de aproximadamente 30°, sem flexão de quadril, elevando as escápulas até sair do solo, enrolando os segmentos e mantendo a lombar no solo. Controlar a respiração em ambas as fases do movimento, controle do movimento e manter a região abdominal sempre ativa.

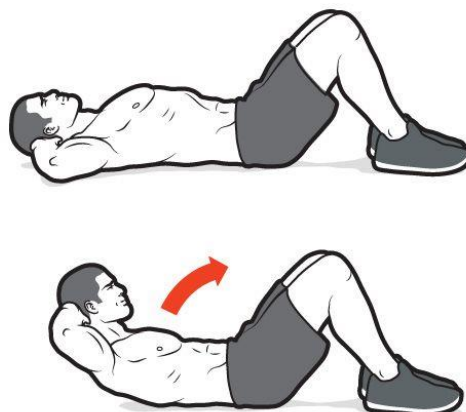


Figura 3: Exercício abdominal *Crunch*.

2) **Abdominal com as pernas elevadas, joelhos flexionados e rotações de tronco** (*Criss-Cross*):

- **Método Tradicional (TT):** Iniciar o movimento deitado em decúbito dorsal com o tronco elevado até o ângulo inferior das escápulas. As mãos apoiadas na nuca com os cotovelos abertos e os joelhos começam flexionados com os pés fora do chão. O movimento dos membros inferiores acontece simultaneamente, mas em sentidos opostos. Isto é, enquanto um lado flexiona o outro estende. O participante fará a extensão da perna direita pensando em levá-la para longe enquanto o tronco faz a rotação em direção ao joelho esquerdo como se fosse fazer o cotovelo direito tocá-lo. A pelve se mantém neutra no solo durante toda a execução, portanto o membro inferior estende em uma altura que não desestabilize a lombar. A altura do tronco deve ser sustentada, evitando que os cotovelos toquem o solo ao se realizar a rotação. Expirar na fase concêntrica do movimento e inspirar na fase excêntrica.

- **Método Pilates (TP):** Iniciar o movimento deitado em decúbito dorsal com o tronco elevado até o ângulo inferior das escápulas. As mãos apoiadas à nuca com os cotovelos abertos e os joelhos começam flexionados com os pés fora do chão. O movimento dos membros inferiores acontece simultaneamente, mas em sentidos opostos. Isto é, enquanto um lado flexiona o outro estende. O participante fará a extensão da perna direita pensando em levá-la para longe enquanto o tronco faz a rotação em direção ao joelho esquerdo como se fosse fazer o cotovelo direito tocá-lo. Para intensificar ainda mais a contração, o praticante pensa que quer olhar por trás do cotovelo esquerdo, se certificando de que é o abdômen que mantém o tronco no alto e promove a rotação, e não há força nem tensão no pescoço e nem o ombro. A pelve se mantém neutra no solo durante toda a execução, portanto o membro inferior estende em uma altura que não desestabilize a lombar. A altura do tronco deve ser sustentada, evitando que os cotovelos toquem o solo ao se realizar a rotação. Controlar a respiração em ambas as fases do movimento, controle do movimento e manter a região abdominal sempre ativa.



Figura 4: *Criss-Cross*

3) Abdominal com pernas elevadas e estendidas (*The single straight leg stretch*):

- **Método Tradicional (TT):** Iniciar o movimento deitado em decúbito dorsal, com as pernas estendidas para cima. O tronco deve enrolar para cima em um abdominal, mantendo a base das escápulas no chão, mantendo-se assim durante todo o exercício, utilizando os músculos abdominais para sustentar a posição. As mãos devem abraçar uma das pernas na altura do tornozelo e, levemente, puxá-las em direção ao tronco, pulsando duas vezes enquanto a outra perna vai em direção ao chão, até a altura do olhar, enquanto uma perna sobe, a outra desce, em um movimento alternado e cadenciado. As duas pernas se mantêm estendidas, com o quadril e lombar estáveis, acionando os músculos do abdômen para isso. Inspirar na fase concêntrica do movimento e expirar na fase excêntrica. Expirar na fase concêntrica do movimento e inspirar na fase excêntrica.

- **Método Pilates (TP):** Iniciar o movimento deitado em decúbito dorsal, com as pernas estendidas para cima, em base Pilates (calcanhares juntos e pontas dos pés separadas, em uma leve rotação externa). O tronco deve enrolar para cima em um abdominal, mantendo a base das escápulas no chão, mantendo-se assim durante todo o exercício, utilizando os músculos abdominais para sustentar a posição. As mãos devem abraçar uma das pernas na altura do tornozelo e, levemente, puxá-las

em direção ao tronco, pulsando duas vezes enquanto a outra perna vai em direção ao chão, até a altura do olhar, enquanto uma perna sobe, a outra desce, em um movimento alternado e cadenciado. As duas pernas se mantêm estendidas, com o quadril e lombar estáveis, acionando os músculos do abdômen para isso. Controlar a respiração em ambas as fases do movimento, controle do movimento e manter a região abdominal sempre ativa.



Figura 5: *The single straight leg stretch.*

3.4. ANÁLISE DE DADOS

Após a confirmação da normalidade e homogeneidade dos dados pelo teste de Levene e Shapiro Wilk, aplicou-se a análise de variância (ANOVA) - medidas repetidas, para comparar os valores (RMS) entre as porções musculares do reto do abdômen (supra, intermediário e infra) durante a CIVM. Uma análise de variância (two-way ANOVA) observou os fatores: a) níveis de ativação muscular (RMS) entre os três exercícios abdominais com, b) as duas técnicas de execução Tradicionais (TT) e do método Pilates (TP) foi aplicado. O teste post-hoc de Bonferroni foi utilizado quando foram detectadas diferenças significativas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Statistica (Statsoft Inc., versão 7.0). O nível de significância foi $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

Participaram do estudo 32 voluntários, sendo 16 mulheres (GM; n=16) com a idade de 23.9 ± 5.0 anos e 16 homens (GH; n=16) com a idade de 24.8 ± 5.4 anos respectivamente. A eletromiografia de superfície (EMG) foi utilizada para quantificar a raiz quadrada da média da ativação muscular (RMS) do reto abdominal durante a execução da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e dos exercícios 1) *Crunch*, 2) *Criss-cross* e 3) *The single straight leg stretch* utilizando as técnicas de execução Tradicionais (TT) e do método Pilates (TP).

As medidas do RMS durante a CIVM dos músculos abdominais encontram-se representados na Figura 6. A porção inferior do músculo do reto do abdômen apresentou a menor ativação ($p < 0,05$) quando comparada às demais porções, as quais não diferiram entre si ($p > 0,05$).

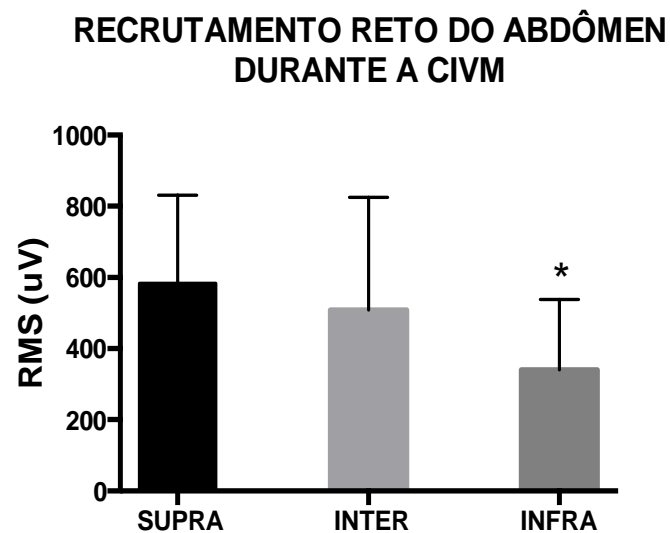


Figura 6: Ativação Muscular (RMS) do Reto do Abdômen nas porções do Superior, Intermediário e Inferior durante a Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) do grupo amostral (n=32). Uma ANOVA com um fator para medidas repetidas foi aplicada para identificar diferenças entre as porções musculares. O teste de Bonferroni foi utilizado para determinar onde as diferenças ocorreram. Os valores indicam média \pm DP; * $p < 0,05$ em relação as demais porções.

A ativação (RMS) das porções do músculo reto do abdômen durante a execução dos exercícios *Crunch*, *Criss-cross* e *The single straight leg stretch* empregando a técnica do método Tradicional (TT) e do método Pilates (TP) pode ser observada na figura 7. O exercício abdominal *Crunch*, causa uma menor ativação muscular (RMS) em todas as porções do abdômen ($p < 0,05$) quando comparadas aos exercícios *Criss-cross* e *The single straight leg stretch* e em ambas as técnicas TT e TP.

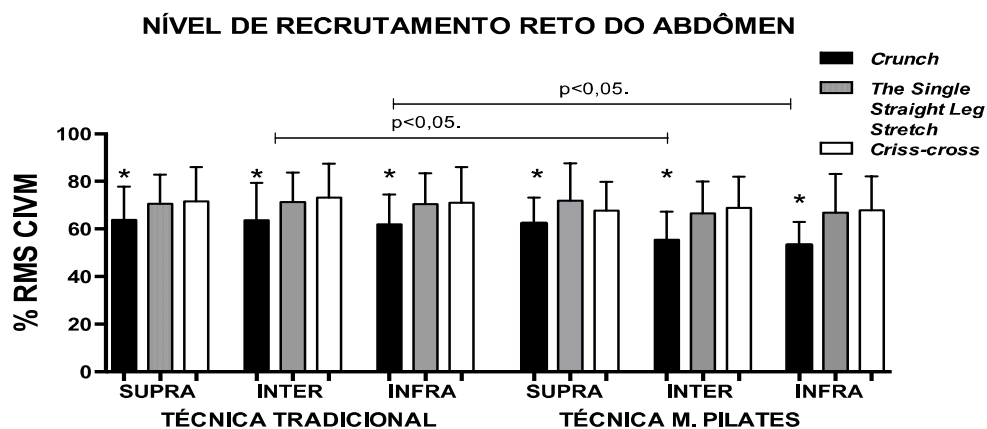


Figura 7: Ativação Muscular (RMS) em porcentagem da CIVM do Reto do Abdômen nas porções do Superior, Intermediário e Inferior durante os exercícios *Crunch*, *Criss-cross* e *The single straight leg stretch* utilizando as técnicas do método Tradicional e do método Pilates. Uma ANOVA 2 fatores (técnica e tipo de abdominal) foi aplicada para identificar diferenças em cada porção muscular. O teste de Bonferroni foi aplicado para determinar onde as diferenças ocorreram. Os valores indicam média \pm DP; * $p < 0,05$. * significativamente menos em ambas as porções e métodos de execução.

Diferenças significativas podem ser observadas na execução do abdominal *Crunch* quando se compara a técnica do método Pilates (TP) e do método Tradicional (TT) para as porções intermediário e inferior do músculo reto do abdômem revelando efeitos de interação ($p < 0,05$). Os abdominais *Criss-cross* e *The single straight leg stretch* produzem um maior RMS os quais não sofrem modificações em função da técnica de execução aplicada (figura 8).

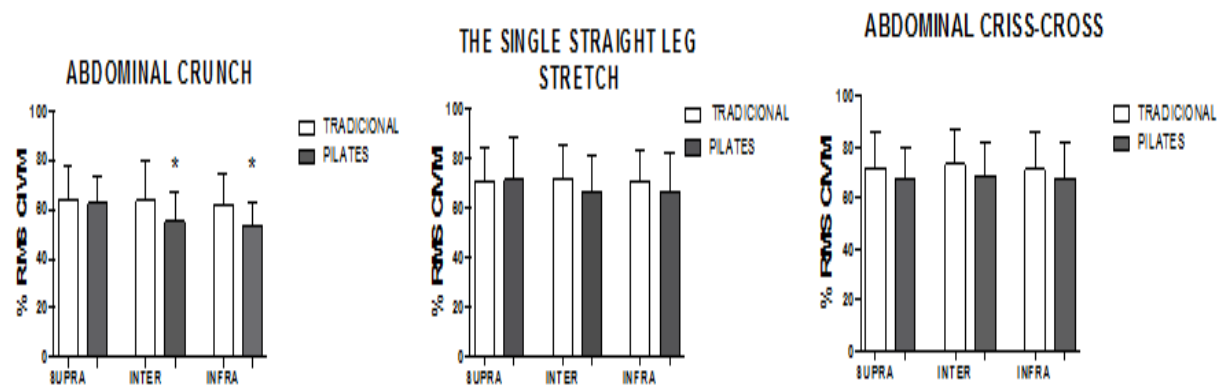


Figura 8: Porcentagem da Ativação Muscular (RMS) em relação a CIVM do Reto do Abdômen nas porções do Superior, Intermediário e Inferior durante a execução do exercício *Crunch*, *Criss-cross* e *The single straight leg stretch* utilizando as técnicas do método Tradicional e do método Pilates. Uma ANOVA 2 fatores (técnica e tipo de abdominal) foi aplicada para identificar diferenças (interações) em cada porção muscular. O teste de Bonferroni foi utilizado para determinar onde as diferenças ocorreram. Os valores indicam média \pm DP; * $p < 0,05$. * significativamente menor em relação ao TT.

5. DISCUSSÃO

O recrutamento muscular das porções do reto do abdômen foi analisado durante a execução de três exercícios abdominais com técnicas diferentes de execução. Os resultados demonstraram que os exercícios resultam em diferentes ativações das distintas porções do músculo reto do abdômen. Tais diferenças independem da técnica utilizada (Tradicional ou Pilates) para a realização dos exercícios, as quais podem ter ocorrido em função de demandas mecânicas específicas.

No presente estudo buscou quantificar o nível de ativação nas diferentes porções do musculo reto do abdômen. A ativação seletiva de diferentes porções do músculo reto abdominal é teoricamente possível porque, em termos morfológicos, o reto abdominal é um músculo poligástrico que pode ser inervado por diferentes nervos, bem como por um ramo nervoso comum (MARCHETTI et al., 2011). Assim, as mudanças na posição do corpo e na intensidade do exercício podem criar diferentes demandas para as 3 porções investigadas. No presente estudo pode-se observar uma menor ativação da porção infra do Reto do Abdômen durante a CIVM. Este achado pode ser justificado pelo fato da pelve estar estável e fixa no solo e a amplitude reduzida do tronco durante a CIVM. Exigindo assim uma menor ativação da porção inferior do reto do abdômen. O estudo de Silva et al. (2014) observou uma menor ativação do porção inferior do Reto do abdômen durante o exercício *Crunch* porém estas diferenças não foram significativas.

O abdominal *Crunch* é um dos exercícios mais utilizados nos programas de treinamento e algumas pesquisas o têm indicado como padrão pelo qual outros exercícios devem ser comparados quando o objetivo é o treinamento da musculatura flexora do tronco (STERNLICHTET et al., 2005), dado o pequeno recrutamento imposto sobre os flexores do quadril (SUNDSTRUP et al., 2012). O abdominal *Crunch* mostrou menor ativação muscular quando comparado aos demais exercícios. Esses resultados indicam a possibilidade uma progressão de execução dos exercícios em que o abdominal *Crunch* pode ser utilizado nas fases iniciais dos programas de treinamento ou de reabilitação (SILVA et al., 2014).

A menor ativação durante a execução do abdominal *Crunch* pode ser justificada pela melhor estabilização provida pela fixação dos pés e quadril durante a

realização do movimento ao longo de um maior comprimento muscular (MONTFORT-PAÑEGO et al., 2009). A menor demanda mecânica provida pela fixação dos pés e quadril está em concordância com outros estudos que também reportaram ativações médias (RMS) entre 50 e 60 % da CIVM (VIEIRA et al., 2014; PEREIRA et al., 2014).

Os abdominais do tipo *Criss-cross* e *The single straight leg stretch* demandam o recrutamento de outros músculos para sustentar a cabeça e tronco em elevação durante a execução dos movimentos. Em adição, durante o abdominal *Criss-cross* existe a necessidade de controlar os movimentos rotacionais dos segmentos envolvidos, enquanto no *The single straight leg stretch* existe a movimentação das pernas estendidas. Exercícios abdominais que requerem flexão e rotação de tronco resultam em maior ativação dos músculos da parede abdominal quando comparados a exercícios mais simples (AXLER e MCGILL, 1997; MONFORT-PAÑEGO et al., 2009, SILVA et al., 2014).

Em relação ao nível de ativação do músculo durante a realização do exercício, vários estudos classificam: muito baixa (de 0 a 20% da CIVM), moderada (21 a 40% da CIVM) alta (41 a 60% da CIVM) e muito alta ativação muscular (maior que 60% da CIVM) (DIGIOVANE, et al., 1992; VIEIRA et al., 2014). No presente estudo, de acordo com esta classificação, o nível de ativação das porções do músculo do reto do abdômen durante a execução do exercício *Crunch* é alta, enquanto que nos exercícios *Criss-cross* e *The single straight leg stretch* os níveis de ativação podem ser considerados muito altos. Desta forma, sugeriu-se que o exercício *Crunch* seja utilizado nos programas de reabilitação, uma vez que recomenda-se a utilização de exercícios que promovam uma menor atividade muscular, progredindo para aqueles de maior ativação (ESCAMILLA et al., 2006).

Por outro lado, os exercícios *Criss-cross* e *The single straight leg stretch* realizados em ambas as metodologias, se mostraram eficazes para o ganho de força da musculatura do reto abdominal em suas três porções, uma vez que exercícios que geram atividade muscular maior que 60% da CIVM podem ser mais propícios ao desenvolvimento da força muscular (ESCAMILLA et al., 2010; EKSTROM et al., 2007). Assim, os resultados do presente estudo podem facilitar a tomada de decisão no momento da aplicação destes exercícios.

Contudo, um estudo de Axler e McGill (1997), mostrou que das 12 variações de abdominais analisadas, o *Criss-cross* devido à assimetria de movimento, além de

gerar uma alta ativação do reto abdominal também gera maior compressão na região lombar, o que leva a compreender que este exercício é um pouco mais complexo e que pessoas que nunca o realizaram vão sentir dificuldades no controle da execução.

Os resultados do presente estudo indicaram maior ativação muscular do reto abdominal durante a execução da TT em comparação com TP, mas apenas para o exercício *Crunch*.

Contrariamente ao presente estudo, Freitas et al. (2015) verificou através da eletromiografia os níveis de ativação do reto abdominal durante a execução do exercício *Crunch* associado à expiração forçada e apneia, verificou que a ativação é semelhante em ambos e que não existe diferença significativa entre eles, portanto, as duas técnicas são recomendadas para fortalecimento da musculatura abdominal desde que os praticantes não sejam portadores de patologias orgânicas, metabólicas ou respiratórias.

A menor ativação muscular encontrada do reto abdominal durante a execução do *Crunch* com a TP, no presente estudo, pode ser justificada devido ao fato de que no método Pilates, durante a execução dos exercícios de fortalecimento do abdômen, o aluno é orientado a controlar a respiração, e realizar movimentos que facilitem o recrutamento do músculo transverso do abdômen, do diafragma, dos músculos multífidos e músculos do assoalho pélvico (SEGAL et al., 2004). A melhoria na coordenação dos músculos posturais no momento da execução do exercício leva a uma menor ativação dos músculos motores primários ou globais (reto do abdômen) (SILVA et al., 2013).

Porém, a alteração do nível de recrutamento muscular, em função da técnica empregada (Tradicional e Pilates) não pode ser identificada nos exercícios *Criss-cross* e *The single straight leg stretch*. Exercícios estes que apresentaram uma maior exigência e ativação muscular. A estabilidade pode ser descrita como a capacidade de um sistema manter-se em equilíbrio apesar da presença de fatores externos que perturbem esse sistema em equilíbrio (ERVILHA et al., 2004). Uma das estratégias usadas que visam preservar esta estabilidade articular são estratégias de ativação destes músculos estabilizadores (VAN DIEEN et al., 2003). A estabilidade dinâmica do tronco diminui e a ativação muscular aumenta a medida que aumenta a velocidade, a aceleração e o momento articular no exercício (SMITH et al., 2010). Portanto, as demandas mecânicas são tão grandes nestes dois exercícios (*The*

single leg stretch e o *Criss-cross*) que mesmo com a ativação dos músculos estabilizadores o nível de recrutamento muscular (RMS) permanece alta para os músculos globais (reto do abdômen) (PEREIRA, 2014).

Portanto, independente do método utilizado para a realização dos exercícios abdominais, com base nas referências encontradas e relatadas neste estudo, fica evidente que os altos níveis de ativação do reto do abdômen durante a execução dos exercícios encontrados, são eficientes para o recrutamento e fortalecimento dessa musculatura.

6. CONCLUSÃO

No presente estudo pode-se observar que dos três exercícios abdominais analisados o *Crunch* produz um menor nível de ativação do músculo reto do abdômen quando comparados ao *Criss-cross* e *The single straight leg stretch* independente da técnica empregada. A técnica do método Pilates causou uma menor ativação muscular no exercício *Crunch* apenas nas porções intermediária e inferior do reto do abdômen. Os abdominais *Criss-cross* e *The single straight leg stretch* produzem uma maior ativação muscular do reto do abdômen o qual não sofre modificações em função da técnica de execução aplicada.

REFERÊNCIAS

- AABERG, Everett. **Musculação, biomecânica e treinamento**. São Paulo: Manole; 2001.
- ANDERSSON, Eva A.; NILSSON, Johnny; MA, Zhijia; THORSTENSSON, Alf. Abdominal and hip flexors muscle activation during training exercises. **European Journal Apply Physiology**. v.75, 1997.
- ANZAI, Marina C.; LIBERALI, Rafaela. Análises eletromiográficas na ativação da musculatura abdominal nos exercícios tradicionais e não tradicionais. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v.5, n.28, 2011.
- AXLER, Craig T.; MCGILL, Stuart M. Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. **Official Journal of the American College of Sports Medicine**. Canadá, v.29, n.6, 1997.
- BASILE, Roberto Jr. et al. Diagnóstico por imagem nas lombalgias. **Revista Brasileira de Ortopedia**.,v, 27, 1992.
- BANKOFF, Antonia D. P.; FURLANI, José. Estudo eletromiográfico do músculo reto abdominal e oblíquo externo em diversas situações, na posição de decúbito dorsal; **Revista Brasileira de Ciência do Esporte**. v.7, n. 2, 1986.
- BARBOSA, Alexandre W. C. et al. The Pilates breathing technique increases the electromyographic amplitude level of the deep abdominal muscles in untrained people. **J Bodyw Mov Ther**. v. 19, n.1, 2015.
- BASMAJIAN, John V.; DELUCA, Carlo J. **Muscle alive: their functions revealed by electromyography**. Baltimore: Williams & Wilkins; 1985.
- BEIM, Glória M. et al. Abdominal Strengthening exercises: A comparative EMG Study. **Journal Orthopaedic Sports Physical Therapy**. v.5, 1997.
- BIRD, Michael et al.. Electromyographic comparison of the ab-slide and crunch exercises. **Journal of strength and conditioning research**. v. 20, n. 2, 2006.
- BRYAN, Melinda; HAWSON, Suzane. The benefits of Pilates exercise in orthopaedic rehabilitation. **Techniques in Orthopaedics**, v. 18, 2003.
- CAMARÃO, Teresa. **Pilates com bola no Brasil**. Rio de Janeiro: Alegro; 2005.
- CAMPOS, Miguel A. **Biomecânica da musculação**. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.
- CLARCK, Kathryn M.; HOLT, Laurence E.; SINYARD, Joy. Electromyographic comparison of the upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises. **J Strength Cond Res**. v.17, n. 3, 2003.

COMERFORD, Mark; MOTTRAM, Sarah. Kinetic Control. **The Management of Uncontrolled Movement**. Elsevier, 2011.

COSTA, Marcelo. G. da. **Ginástica Localizada**. 2. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 1998.

CRAIG, Collen. **Pilates com a Bola**. 2 ed. São Paulo: Phorte, 2005.

DELAVIER, Frédéric. **Guia dos movimentos de musculação** – abordagem anatômica. 5 ed. São Paulo: Manole, 2006.

DIGIOVANE, Nick M. et al. An electromyographic analysis os the upper extremity in pitching. **Journal Shoulder and Elbow Surgery**. St. Louis, v.1, n.1, 1992.

DORADO, Cecilia et al. Marked Effects of Pilates on the Abdominal Muscles: A Longitudinal Magnetic Resonance Imaging Study. **Official Journal of the American College of Sports Medicine**, 2012.

DUNCAN, Michael. **Muscle activity of the upper and lower rectus abdominis during exercises performed on and off a Swiss ball**. J Bodyw Mov Ther. n.13, 2009.

EKSTROM, Richard A.; DONATELLI, Robert A.; CARP, Kenji. C. Electromyographic analysis of core trunk, hip and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. **Journal of orthopaedic and sports physical therapy**. Washington, v.37, n.12, 2007.

ENOKA, Roger. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. 3. ed. São Paulo: Manole; 2000.

ERVILHA, Ulysses Fernandes. **Efeito da dor muscular experimentalmente induzida sobre a força isométrica e validação de índices de estimação da contração muscular**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ESCAMILLA, Rafael et al.. An electromyographic analysis of commercial and commom abdominal exercises: Implications for rehabilitation and training. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**. v. 36, n. 2, 2006.

ESCAMILLA, Rafael et al. Core muscle activation during swiss ball and traditional abdominal exercises. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.40, n. 5, 2010.

FREITAS, Jéssica C. et al. Eletromiografia do reto abdominal na posição crunch associado à expiração e apneia. **Rev. Carioca Educ. Fís.**, Rio de Janeiro, n.10, 2015.

GALLAGHER, Sean P.; KRYZANOWSKA, Romana. **The Pilates method of body conditioning**. Philadelphia: Bain Bridge Books, 1999.

GAVIÃO, Kelly Cristina. **Aplicação de protocolo de 8 semanas de treinamento utilizando o Método Pilates: avaliação eletromiográfica da musculatura**

abdominal e pico de torque no dinamômetro isocinético. 2015. 112f. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas. 2015.

GOUVEIA, Klíssia M. C.; GOUVEIA, Ericson C. O músculo transverso abdominal e sua função de estabilização da coluna lombar. **Fisioterapia e Movimento**, v.21, n.3, 2008.

GRANATA, Kevin; WILSON, Sara. Trunk posture and spinal stability. **Clinical Biomechanics**. v.16, n.8, 2001.

GUIZZO, João. **Anatomia humana**. São Paulo: Ática; 2005.

HALL, Susan J. **Biomecânica Básica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

HILDENBRAND, Kasee. NOBLE, Larry. Abdominal muscle activity while performing trunk-flexion exercises using the ab roller, abslide, fitball, and conventionally performed trunk curls. **Journal of Athletic Training**. v. 39, n. 1, 2004.

HODGES, Paul W.; RICHARDSON, Carolyn A. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. **Spine**, v. 21, n. 22, 1996.

HOY, Damian et al. Measuring the global burden of low back pain. **Best Pract Revs Clin Rheumatol**. 2010.

IMAMURA, Satiko T.; KAZIYAMA, Helena H. S.; IMAMURA, Marta. Lombalgia. **Revista Medicina**. São Paulo, v. 80, 2. ed., 2001.

KENDALL, Florence P.; MCCREARY, Elizabeth K. **Músculos, Provas e Funções**. 3. ed., São Paulo: Manole, 1987.

KOLYNIK, Inélia E. G. G.; CAVALCANTI, Sonia M. de B.; AOKI, Marcelo S. Avaliação isocinética da musculatura envolvida na flexão e extensão do tronco: efeito do método Pilates. **Rev Bras Med Esporte**. v. 10, n. 6, 2004.

KONRAD, Peter; SCHMITZ, Klaus; DENNER, Achim. Neuromuscular Evaluation of Trunk-Training Exercises. **Journal of Athletic Training**. v.36, n.2, 2001.

KURIYAMA, Naoyuki; ITO, Hiromoto. Electromyographic function analysis of the lumbar spinal muscles with low back pain. **Journal Nippon Medicine Sch**. n.72, 2005.

LATEY, Penelope. The Pilates method: history and philosophy. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 5, n. 4, 2001.

LATEY, Penelope. Updating the principles of the Pilates method-part 2. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 6, n. 2, 2002.

LA TOUCHE, Roy; ESCALANTE, Karla; LINHARES, Maria T. Treating non-specific chronic low back pain through the pilates method. **J. Bodyw Mov. Ther.** v.12, n. 4, 2008.

LEHMAN, Gregory; MCGILL, Stuart. The importance of normalization in the interpretation of surface electromyography: **A proof of principle. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v.22, n.7, 1999.

LEHMAN, Gregory; MCGILL, Stuart. Quantification of the differences in electromyographic activity magnitude between the upper and lower portions of the rectus abdominis muscle during selected trunk exercises. **Physical Therapy**, Albany, v.81, n. 5, 2001.

LIZARDO, Frederico. B. et al. Análise eletromiográfica comparativa dos músculos reto do abdome e reto femoral Em exercícios abdominais com e sem a utilização do aparelho ab swing. **Biosci. J.** v. 25, n. 3, 2009.

LOSS, Jeferson F. et al. Electrical activity of external oblique and multifidus muscles during the hip flexion-extension exercise performed in the Cadillac with different adjustments of springs and individual positions. **Rev Bras Fisioter.** ;v.14, n. 6, 2010.

MARCHETTI, Paulo H.; KOHN, André F.; DUARTE, Marcos. Selective activation of the rectus abdominis muscle during low-intensity and fatiguing tasks. **Journal of Sports Science and Medicine.** v. 10, 2011.

MAZAHERI, Samaneh et al. Echocardiography image segmentation: A survey. Proceeding of the 2nd International. CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTER SCIENCE APPLICATIONS AND TECHNOLOGIES, **IEEE XPLORE**, KUCHING, 2013.

MATOS, Oslei. de. **Atividades físicas em academia.** 1. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2002.

MERLETTI, Roberto. Standards for reporting EMG data. **J. Electromyogr. Kinesiol.** 1999.

METEL, Sylwia; MILERT, Agata. Joseph Pilates' method and possibilities of its application in physiotherapy. **Medical Rehabilitation**, v. 11, n. 2, 2007.

MOURA, Melissa L.; TESSUTTI, Lucas S.; MORAES, Antônio C. de. Análise do exercício abdominal "crunch" realizado com cargas máximas e submáximas: Respostas eletromiográficas da musculatura abdominal. **Revista Motricidade**, vol. 7, n. 1, 2011.

MONFORT-PAÑEGO, Manuel et al. A. Electromyographic studies in abdominal exercises: a literature synthesis. **J. Manip. Physiol. Ther.** v.32, 2009.

MUSCOLINO, Joseph E.; CIPRIANI, Simona. Pilates and the "powerhouse" – II. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, Redding, v.8, 2004.

NEGRÃO, Ruben de F. F.; BERZIN, Fausto; SOUZA, Gabriel. C. Electromyography study of the portions of the abdominal rectus muscle. **Electrom Clin Neurophysiol.** v.37, 1997.

NG, Joseph et al. EMG activity normalization for trunk muscles in subjects with and without back pain. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.34. n.7, 2002.

NORDIN, Margareta; FRANKEL, Victor H. **Biomecânica básica do sistema muscoesquelético**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

NORRIS, Christopher. M. Abdominal muscle training in sport. **Br J Sp Med.** Loughborough. v.27,n.1, 1993.

NORWOOD, Jeff T. et al. Electromyographic activity of the trunk stabilizers during stable and unstable bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 2007.

NOVAES, Jefferson. **Estética: o corpo na academia**. Rio de Janeiro: Shape; 2001.

O'SULLIVAN, Peter B. Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management. **Manual Therapy**, v. 5, n. 1, 2000.

PANELLI, Cecilia. **Método Pilates de condicionamento do corpo: um programa para toda vida**. 2. ed. São Paulo: Phorte, 2006.

PATERSON, Jane. History of Joseph Pilates In: **Teaching pilates for postural faults, illness & injury: a practical guide**. USA: Elsevier, 2009.

PEREIRA, Ivey L. dos R. **Análise eletromiográfica de três exercícios de core do Mat Pilates e suas implicações para a dor lombar crônica inespecífica**. Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. 84 f. São Paulo, 2014.

PICOLLI, Francine. **Efeitos do treinamento proporcionado pelo Método Pilates Clássico nas Aptidões Físicas em mulheres saudáveis: um Ensaio Clínico Controlado**. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas). – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2010.

PONTE Carla. Lombalgia em cuidados de saúde primários: sua relação com características sócio-demográficas. **Revs. Port. Clínica Geral**. v. 21, 2005.

RACHED, Roberto V. A. et al. Chronic non specific low back pain: Rehabilitation. **rev assoc med bras**. v.59, n.6, 2013.

RASCH, Philip J.; BURKE, Roger K. **Cinesiologia e anatomia aplicada**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1991.

REINEHR, Fernanda B.; CARPES, Felipe P.; MOTA, Carlos B. Influência do treinamento de estabilização central sobre a dor e estabilidade lombar. **Fisioter. Mov.** v.21, n.1, 2008.

RIBAMAR, Sérgio et al. **Contrologia: O método pilates original**. Rio de Janeiro, RJ, 2010.

RICHARDSON, Carolyn A. et al. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. **Spine.** v.27, n.4, 2002.

SARTI, Maria A. et al. A. Muscle activity in upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises. **Arch Phys Med Rehabil.** Chicago, v. 77, n. 12, 1996.

SEGAL, Neil A.; HEIN, Jane; BASFORD, Jeffrey R. The Effects of Pilates Training on Flexibility and Body Composition: An Observational Study. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 85, 2004.

SILVA, Maiara L. G. et al. Influência de exercícios de pilates no solo nos músculos estabilizadores lombares em idosas. **Rev. bras. cineantropom. desempenho hum.** Florianópolis. v.16 n.6, 2014.

SILVA, Mariana F. et al. A comparative analysis of the electrical activity of the abdominal muscles during traditional and Pilates-based exercises under two conditions. **Rev Bras Cineantropom Desemp. Hum.** v.15, n. 3, 2013.

SMITH, Caroline; GRIMMER-SOMERS, Karen. The treatment effect off exercises programmes for chronic low back pain. **Journal Eval Clin Pract.** v. 16, n. 3, 2010.

SOROSKY, Susan; STILP, Sonja; AKUTHOTA, Venu. Yoga and pilates in the management of low back pain. **Current Reviews in Musculoskeletal Medicine**, v. 1, 2008.

SPARLING, Phillip B. Development of a cadence curl up test for college students. **Revs Q Exerc Sport**, 1997.

STANDAERT, Christopher J.; WEINSTEIN, Stuart M.; RUMPELTES, John. Evidence – Informed Management of stabilization exercises. **Spine.** 2008.

STERNLICHT, Eric et al. Electromyographic analysis and comparison of selected abdominal training devices with a traditional crunch. **Journal of Strength and Conditioning Research.** Colorado Springs, v.19, n.1, p. 157-162, 2005.

STERNLICHT, Eric et al. Electromyographic comparison of a stability ball crunch with a traditional crunch. **Journal of Strength Conditioning Research.** v.21, n.2, 2007.

SUNDSTRUP, Emil et al. Swiss ball abdominal crunch with added elastic resistance is an effective alternative to training machines. **The International Journal of Sports Physical Therapy.** Indianapolis, v. 7, n.4, 2012.

THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K.; SILVERMAN, Stephen J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Artmed Editora, 2009.

VAN DIEEN, Jaap H.; CHOLEWICKI, Jacek; RADEBOLD, Andrea. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. **Spine**. v. 28, n. 8, 2003.

VERA-GARCIA, Francisco J.; GRENIER, Sylvain G.; MCGILL, Stuart M. Abdominal Muscle Response During Curl-ups on Both Stable and Labile Surfaces. **Physical Therapy** . v. 80, n. 6, 2000.

VIEIRA, Leandro M.; SOUZA, Gilmar da C.; LIZARDO, Frederico B. Eletromiografia de músculos do core em exercícios abdominais executados com aparelho em superfície instável. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, Uberlândia, 2014.

ZAVARIZE, Sérgio F. et al. Dor lombar crônica: implicações do perfil criativo como estratégia de enfrentamento. **Journal Manag Prim Health Care**. v.5, n.2, 2014.

YOSHIHARA, Kiyoshi et al. Histochemical changes in the multifidus muscle in patients with lumbar intervertebral disc herniation. **Spine**, v. 26, n. 6, 2001.

WATKINS, James. **Structure and Function of the Musculo skeletal System**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1999.

WELLS, Cherie; KOLT, Gregory; BIALOCERKOWSKI, Andrea. Defining Pilates exercise: A systematic review. **Complementary Therapies in Medicine**. v. 20, 2012.

APÊNDICE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: Nível de ativação do músculo reto abdominal em exercícios abdominais: Método Tradicional e Método Pilates.

Pesquisador (es/as) ou outro (a) profissional responsável pela pesquisa, com Endereços e Telefones:

Diego Francisconi Oliveira. Rua Abel Scussiato, 2829, bloco 23, ap 201, Atuba, Colombo – PR. Cel: (41) 99266-3606.

Professora Dra. Cintia de Lourdes Nahhas Rodacki.– Rua Heitor de Andrade n 922, Jardim das Américas, Curitiba – PR. Tel.: (41) 9192-0308

Endereço, telefone do local: Rua Pedro Gusso, 2601 – Neville – CEP: 81310-900 Curitiba/PR – Telefone: (41) 3268-1749 | (41) 3247-0966

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa.

O estudo tem o objetivo de identificar e comparar o nível de atividade elétrica do músculo reto abdominal, durante a execução de três (3) exercícios abdominais utilizando as técnicas e respirações tradicionais e do método Pilates. A eletromiografia de superfície (EMG) será utilizada para quantificar a raiz quadrada da média da ativação muscular (RMS) do reto abdominal durante: a execução da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e dos exercícios 1) **abdominal com as pernas flexionadas a 90 graus apoiada no solo (Crunch)** 2) **abdominal com pernas elevadas e estendidas (The single straight leg stretch)** 3) **abdominal com as pernas elevadas, joelhos flexionados e rotações de tronco (Criss-cross)** utilizando as técnicas e respirações tradicionais e do método Pilates. A medida do RMS na contração isométrica voluntária máxima do músculo reto do abdômen será realizada para fins de normalização dos sinais eletromiográficos. Os dados sobre a característica da amostra serão submetidos a uma análise descritivo padrão (média e desvio-padrão). Será analisada a normalidade pelo teste de D'Agostino-Pearson. Se os dados apresentarem normalidade será aplicada uma análise de variância (two-way ANOVA) com a aplicação do post-hoc Tukey quando necessário. O nível de significância para todos os testes será $P < 0,05$.

2. Objetivos da pesquisa.

Identificar e comparar o nível de atividade elétrica (RMS) do músculo reto abdominal, durante exercícios abdominais que utilizam a técnica tradicional e do método Pilates.

3. Participação na pesquisa.

Serão convidados para participar da pesquisa de forma voluntária 32 participantes, sendo 16 mulheres e 16 homens, dentro de uma faixa etária entre 20 e 55 anos, praticantes de atividade física e familiarizados com as técnicas do Método Pilates.

4. Confidencialidade.

O participante não será identificado em nenhum momento, os resultados serão utilizados para o Trabalho de Conclusão de Curso, mantendo a identidade em sigilo.

5. Riscos e Benefícios.

6a) Riscos: Os riscos da pesquisa são mínimos, como as atividades realizadas são eventualmente de baixa intensidade, o risco de lesão também se torna baixíssimo, porém, em caso de alguma eventualidade iremos recorrer ao Samu ou nos deslocaremos ao hospital mais próximo para que as devidas providências sejam tomadas.

6b) Benefícios: Os benefícios desta pesquisa atuam de forma direta: sendo possível avaliar a coordenação na execução de exercícios abdominais implicando técnicas corretas para que cada indivíduo tenha uma percepção melhor de como executá-los, e de forma indireta: enriquecendo o acervo de dados acadêmicos na área da Educação Física e Saúde no Brasil.

7. Critérios de inclusão e exclusão.

7a) Inclusão:

- Homens e Mulheres com a idade entre 20 e 55 anos de idade;
- Estar apto para a prática de exercícios físicos;
- Ser familiarizado com a execução dos movimentos / exercícios do método Pilates;

7b) Exclusão:

- Apresentar dores lombares ou patologias conhecidas entre os últimos oito meses que procederam ao estudo.

8. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

A participante poderá deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação, tendo o direito a receber esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa, assim como recusar ou retirar o consentimento sem penalização.

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa (email para envio :_____)

() não quero receber os resultados da pesquisa

9. Ressarcimento e indenização.

O participante não terá nenhum gasto nem ganho financeiro por participar na pesquisa. Em necessidade de **ressarcimento e / ou de indenização**, a responsabilidade será da pesquisadora Professora **Dr^a. Cintia de Lourdes Nahhas Rodacki** em providenciar o mesmo, de acordo com a **Resolução 466/2012 (legislação brasileira)**.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP [80230-901](https://www.google.com/maps/place/80230-901), Curitiba-PR, **Telefone:** [\(41\) 3310-4494](tel:(41)3310-4494), **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome Completo: _____
RG: _____ Data de nascimento: ___/___/____ Telefone: _____
Endereço: _____
CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____
Assinatura: _____ Data: ___/___/_____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo: _____
Assinatura pesquisador (a): _____ Data: ___/___/___
(ou representante)

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com _____, via e-mail: _____ ou telefone: _____.

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, Telefone: 3310-4494, E-mail: coep@utfpr.edu.br

