MESTRADO EM FISIOTERAPIA NA ÁREA SAÚDE DA MULHER

14ª Edição

# Diástase Abdominal e Distância Inter-Retos. Efeito Cumulativo do Exercício na Morfologia da Parede Abdominal Feminina

Projeto elaborado com vista a obtenção do grau de
Mestre em Fisioterapia na Especialidade de Saúde da Mulher

**Discente:** Ana Rita Silva Santos

**Orientadores:**

Prof. Augusto Gil Pascoal

Dr.ª Maria de Fátima Sancho

Alcoitão, Dezembro 2024

MESTRADO em FISIOTERAPIA na área SAÚDE da MULHER

14ª Edição

# Diástase Abdominal e Distância Inter-Retos. Efeito Cumulativo do Exercício na Morfologia da Parede Abdominal Feminina

Projeto elaborado com vista a obtenção do grau de
Mestre em Fisioterapia na Especialidade de Saúde da Mulher

**Discente:** Ana Rita Silva Santos

**Orientadores:**

Prof. Augusto Gil Pascoal

Dr.ª Maria de Fátima Sancho

**Júri**

Presidente: Professora Doutora Inês Tello Rato Milheiras Rodrigues

Arguente: Professora Doutora Sónia Cristina da Silva Vicente

Vogal: Professor Doutor Augusto Gil Pascoal

Alcoitão, 13 de Março de 2025

## Dedicatória

Dedico este trabalho às mulheres que com resiliência e coragem, lutam por um acesso digno à saúde, e foram fonte de inspiração para este trabalho. Dedico também aos profissionais de saúde, educadores e ativistas que promovem a equidade e o cuidado humanizado, reafirmando a importância de respeitar a singularidade feminina e transformando vidas através do seu compromisso.

## Agradecimentos

A realização deste trabalho é o resultado de uma jornada que não teria sido possível sem o apoio, a inspiração e a orientação de muitas pessoas, às quais expresso minha mais profunda gratidão.

Aos meus professores orientadores, Augusto Gil Pascoal e Maria de Fátima Sancho, agradeço pela paciência, dedicação e sabedoria partilhada ao longo deste percurso. A confiança na minha capacidade de realizar esta pesquisa foi essencial para o meu desenvolvimento académico e pessoal ajudando-me a superar os desafios.

Aos meus colegas de trabalho, especialmente Natália Ventura, manifesto meu sincero agradecimento pelo companheirismo. O seu incentivo e apoio foram importantes, ajudando-me a manter o equilíbrio entre as responsabilidades profissionais e acadêmicas.

Por fim, dedico este esforço à minha família e aos amigos que me apoiaram incondicionalmente ao longo deste percurso. A confiança que depositaram em mim foi o que manteve a minha determinação viva.

Que este trabalho seja um pequeno passo em direção à construção de um futuro onde todas as mulheres tenham o direito de viver plenamente, com saúde, dignidade e respeito.

## RESUMO

**Introdução**: A diástase dos retos abdominais (DRA) está associada a problemas como instabilidade postural e dor lombar. Exercícios abdominais são recomendados para reduzir a DRA, especialmente após o parto, mas há falta de consenso sobre os protocolos mais eficazes e poucos estudos analisam o impacto cumulativo do exercício na morfologia da parede abdominal.

**Objetivo:** Comparar a distância inter-retos (DIR) em repouso e contração abdominal em mulheres nulíparas com diferentes níveis de atividade física (atletas, ativas e sedentárias), avaliando o efeito cumulativo do exercício na morfologia da linha alba.

**Metodologia**: Estudo observacional transversal com amostra de conveniência, composta por mulheres nulíparas saudáveis, divididas em três grupos com diferentes níveis de intensidade de treino (BodyBuilder, n=15; Fitness, n=15; Controlo, n=15). A distância inter-retos (DIR) foi medida por ultrassonografia em duas localizações (2 cm, DIR-AB2; 5 cm, DIR-AB5) e em duas condições (repouso e contração abdominal, posição final do exercício *curl-up*). Os dados de DIR (AB2 e AB5) foram analisados separadamente por meio de ANCOVA de dois fatores para medidas repetidas, com a condição (repouso vs. contração) como fator intra-sujeito e o grupo (BodyBuilders, Fitness e Controle) como fator inter-sujeito. As covariáveis idade e IMC foram incluídas para controlar suas influências nos resultados, garantindo maior precisão na análise.

**Resultados:** A análise de ANCOVA revelou que a variável condição (repouso vs. contração abdominal) não teve efeitos significativos na DIR em ambas as localizações. No entanto, os níveis de treino mostraram diferenças significativas na DIR em DIR-AB2 ($p = 0,001$) e DIR-AB5 ($p < 0,001$). O grupo BodyBuilders apresentou menor DIR em comparação com os outros grupos, com diferenças médias significativas em ambas as localizações de medição.

**Conclusões:** Os resultados indicam que o treino de alta intensidade, característico do grupo BodyBuilders, está associado a menores valores de DIR nas duas localizações analisadas. Isso sugere maior coesão da parede abdominal em comparação com os outros grupos, destacando o potencial do treino intenso no fortalecimento da musculatura abdominal e redução da distância inter-retos.



**Palavras-chave:** Diástase dos Retos Abdominais; Distância Inter-Retos; Exercício Abdominal; Treino de Alta Intensidade

## ABSTRACT

**Introduction**: Rectus abdominis diastasis (DRA) is associated with issues such as postural instability and lower back pain. Abdominal exercises are recommended to reduce DRA, especially after childbirth, but there is a lack of consensus on the most effective protocols, and few studies examine the cumulative impact of exercise on abdominal wall morphology.

**Objective**: To compare the inter-rectus distance (DIR) at rest and during abdominal contraction in nulliparous women with different levels of physical activity (athletes, active, and sedentary), evaluating the cumulative effect of exercise on the morphology of the linea alba.

**Methodology**: A cross-sectional observational study with a convenience sample of healthy nulliparous women, divided into three groups with different training intensity levels (Bodybuilder, n=15; Fitness, n=15; Control, n=15). The inter-rectus distance (DIR) was measured by ultrasonography at two locations (2 cm, DIR-AB2; 5 cm, DIR-AB5) and in two conditions (rest and abdominal contraction, final position of the curl-up exercise). DIR data (AB2 and AB5) were analyzed separately using a two-way ANCOVA for repeated measures, with condition (rest vs. contraction) as the within-subject factor and group (BodyBuilders, Fitness, and Control) as the between-subject factor. Covariates such as age and BMI were included to control their influence on the results, ensuring greater precision in the analysis.

**Results**: The ANCOVA analysis revealed that the condition variable (rest vs. abdominal contraction) did not have significant effects on DIR at both measurement locations. However, training levels showed significant differences in DIR at DIR-AB2 ($p = 0.001$) and DIR-AB5 ($p < 0.001$). The BodyBuilders group presented a lower DIR compared to the other groups, with significant mean differences at both measurement locations.

**Conclusions**: The results suggest that high-intensity training, characteristic of the BodyBuilders group, is associated with lower DIR values at both measurement locations. This indicates greater abdominal wall cohesion compared to the other groups, highlighting the potential of intense training in strengthening the abdominal musculature and reducing the inter-rectus distance.

**Keywords**: Rectus Abdominis Diastasis; Inter-Rectus Distance; Abdominal Exercise; High-Intensity Training.

## Listagem de Abreviaturas

| | |
|---|---|
| DICOM | *Digital Imaging and Communications in Medicine* |
| DIR | Distância inter-retos |
| DIR-AB2 | Distância inter-retos a 2cm do umbigo |
| DIR-AB5 | Distância inter-retos a 5cm do umbigo |
| DP | Desvio Padrão |
| DRA | Diástase dos retos abdominais |
| IMC | Índice de massa corporal |
| SPSS | *Statistical Package for the Social Sciences* |
| STROBE | *Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology* |

## Índice de Tabelas

*Tabela 1. Dados Demográficos [Média (Desvio-Padrão)].* ..... 7

## Índice de Figuras

Figura 1. Distância inter-retos medida a 2 cm (AB2) e a 5 cm (AB5) acima do umbigo nos grupos BodyBuilders, Fitness e Controlo. Valores das médias marginais e desvio-padrão ajustados às covariáveis idade e IMC. ..... 9

## ÍNDICE

INTRODUÇÃO ..... 1
Objetivo do estudo ..... 3
METODOLOGIA ..... 3
Amostra ..... 3
Considerações Éticas ..... 4
Instrumentos de medida e procedimentos ..... 4
Recolha das imagens de ultrassonografia ..... 4
Medição da distância inter-retos ..... 5
Processamento estatístico ..... 5
Cálculo da potência estatística ..... 6
RESULTADOS ..... 7
Variáveis Demográficas ..... 7
Distância inter-retos do abdómen (DIR) ..... 8
Distância inter-retos medida 2 cm acima do umbigo (DIR-AB2) ..... 9
Distância inter-retos medida 5 cm acima do umbigo (DIR-AB5) ..... 11
DISCUSSÃO ..... 13
Efeito da variável condição na DIR ..... 13
Efeito da variável intensidade de treino na DIR ..... 14
Limitações do estudo ..... 15
CONCLUSÃO ..... 15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 16

## INTRODUÇÃO

A parede abdominal é composta por uma combinação de músculos e tecido conjuntivo que envolvem e protegem a cavidade abdominal. A sua função consiste em fornecer suporte e estabilidade à coluna vertebral e aos órgãos internos além de facilitar o movimento e manter a postura. Entre as principais estruturas que a compõem destacam-se os músculos retos abdominais, os oblíquos (interno e externo), o transverso do abdómen e a linha alba (Michalska et al., 2018).

A linha alba é composta por uma estrutura de fibras de colagénio altamente organizadas que percorrem a linha média abdominal conectando os dois músculos retos abdominais (Tuominen et al., 2022; Lee & Hodges, 2016). Entende-se por distância inter-retos do abdómen (DIR) a separação entre os dois músculos retos do abdómen ao longo da linha alba (Gluppe et al., 2018; Mota et al., 2015). Beer et al., (2009) fornecem valores normativos de DIR para mulheres nulíparas de 10mm no apêndice xifoide, 27mm entre o apêndice xifoide e o umbigo, 32mm no umbigo, 25mm a 20mm abaixo do umbigo e 4 mm entre o umbigo e a sínfise púbica. Assim, quando a DIR ultrapassa estes valores, combinada com uma laxidez da parede abdominal anterior, designa-se diástase dos retos abdominais (DRA) (Balasch-Bernat et al., 2021; Carlstedt et al., 2021; Cavalli et al., 2021). A separação pode ocorrer em qualquer lugar ao longo da linha alba, desde o apêndice xifoide à sínfise púbica, e geralmente é mais pronunciada no nível umbilical. Alguns estudos sugerem que clinicamente uma DIR superior a 30mm pode ser indicativa de deficiências funcionais e sintomas significativos (Kaufmann et al., 2022).

O crescente interesse no estudo da DIR, especialmente nas mulheres, surge no contexto de DRA pelo seu impacto na estabilidade de tronco e controlo postural, função muscular e qualidade de vida (Gitta et al., 2017). A literatura tem vido a apontar associações de DRA com a dor lombo-pélvica, incontinência, prolapso de órgãos pélvicos e força abdominal (Gormley et al., 2020). Apesar de a DRA não ser uma condição exclusiva do sexo feminino, é observada maioritariamente como consequência de gravidez, grande perda de peso (Keeler et al., 2012), aumento de idade, aumento da pressão intra-abdominal, obesidade, atividades regulares de levantamento de peso, grandes amplitudes de exercício abdominal (*sit-up*), histórico de cirurgia abdominal ou alterações hormonais significativas (Radhakrishnan & Ramamurthy, 2022). Segundo Sperstad et al. (2016), a prevalência de DRA é de 60,0% em 6 semanas pós-parto, 45,4% em 6 meses pós-parto e 32,6% em 12 meses pós-parto. Em contraste, o estudo de Wu et al., (2021) relata uma prevalência de DRA de 28,4% em mulheres adultas nulíparas.

As abordagens terapêuticas na DRA dividem-se em terapia conservadora ou cirúrgica. A fisioterapia tem sido identificada como o método de tratamento conservador que potencia a diminuição de DIR através de várias estratégias terapêuticas: programa de exercício abdominal (fortalecimento dos músculos retos e transverso do abdómen), treino postural, métodos de fortalecimento do musculo transverso do abdómen (treino funcional), técnica de Noble (aproximação manual dos retos do abdómen durante a realização parcial de *sit-up),* terapia manual (mobilização de tecidos moles e libertação miofascial), *bracing* abdominal e uso de cinta (Michalska et al., 2018).

Exercícios abdominais como *crunch* abdominal, *curl-up*, *sit-up*, *head-lift* incluem a flexão do tronco em diferentes amplitudes variáveis pouco especificas ao passo que outros como *straight leg raise* implicam a flexão da coxofemoral (Norris, 1993). Para uma ativação mais profunda como é o caso do músculo transverso do abdómen são conhecidos os exercícios abdominais hipopressivos (Mannion et al., 2008). A Utilização de exercícios como *crunch*, *curl-up*, *sit-up*, e *twisted curl-ups* em mulheres com DRA no pós-parto apontam para uma redução significativa imediata da DIR acima e abaixo do umbigo (Gluppe et al., 2020; P. Mota et al., 2018; Radhakrishnan & Ramamurthy, 2022). Por outro lado, a associação do exercício *curl-up* com pré-ativação do músculo transverso do abdómen parece aumentar a tensão na linha alba sem ocorrer uma diminuição significativa da DIR, sugerindo uma função de suporte mais eficaz (Lee & Hodges, 2016; Radhakrishnan & Ramamurthy, 2022). Resultados semelhantes foram reportados usando o exercício abdominal *crunch* (Sancho et al., 2015).

Apesar da ampla recomendação de exercícios abdominais para reduzir a DRA, não existe consenso sobre os protocolos mais eficazes. Além disso, poucos estudos exploraram os efeitos cumulativos de diferentes níveis de atividade física na morfologia da linha alba. Este estudo foca-se mulheres nulíparas para eliminar o efeito da gravidez, permitindo uma análise mais precisa do impacto do exercício na DIR.

Existem várias metodologias para avaliação da parede abdominal, entre elas a tomografia axial computorizada, a ressonância magnética, a ultrassonografia e palpação (Abuín-Porras et al., 2020). Clinicamente a DIR é principalmente avaliada por palpação, embora a ultrassonografia seja o método mais confiável, permitindo avaliação da função, medições precisas da distância e da qualidade da linha alba. Estudos destacam a confiabilidade intra e interavaliador do ultrassom, além de suas vantagens como método não invasivo, de baixo custo e alta reprodutibilidade (Van de Water & Benjamin, 2016; Mota et al., 2012).

### Objetivo do estudo

Este estudo teve como objetivo comparar a DIR em repouso e em contração em mulheres nulíparas com diferentes níveis de atividade física (atletas, ativas e sedentárias), analisando o efeito cumulativo do exercício abdominal na morfologia da linha alba.

## METODOLOGIA

Este estudo do tipo observacional transversal coorte foi conduzido em conformidade com as recomendações da STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*) (Von Elm et al., 2014). Os dados utilizados foram recolhidos em 2016, com aprovação do Conselho de Ética da Faculdade de Motricidade Humana de Lisboa. A sua utilização neste estudo foi autorizada pelo orientador responsável pela supervisão desses dados.

### Amostra

O estudo incluiu uma amostra não probabilística, de conveniência, composta por mulheres saudáveis nulíparas, com idades entre 18 e 40 anos, recrutadas por contato telefónico e divulgação por panfletos. Foram excluídas do estudo mulheres com histórico de cirurgia abdominal, distúrbios reumatológicos ativos, alterações no tecido conjuntivo, doenças sistêmicas, distúrbios neurológicos, patologias neuromusculares ou respiratórias, e/ou procedimentos cirúrgicos ortopédicos na região lombar, pélvica ou membros inferiores nos últimos 6 meses. Também foram excluídas as participantes com doenças de pele na região abdominal e reações alérgicas ao gel de ultrassom, conforme estabelecido por Abuín-Porras et al. (2020).

O recrutamento foi feito de modo a formar três grupos distintos com base no nível de atividade física praticada regularmente:

1) **Grupo BodyBuilders**, composto por mulheres atletas, praticantes de culturismo, na modalidade “Miss Bikini até 1,65m” (Mulheres Categorias Wabba Portugal; https://www.wabbaportugal.pt/categorias-regras.php). As mulheres foram recrutadas entre as participantes durante o evento competitivo “*Mediterranean Championships*” realizado em 19 de novembro de 2016, no âmbito do #PortugalFIT 2016 – Culturismo (MEO Arena, Lisboa; https://arena.meo.pt/agenda/portugalfit-culturismo_pt/2818);
2) **Grupo Fitness**, formado por mulheres ativas (Fitness) que frequentavam ginásios de 3 a 4 vezes por semana, com treino regular da parede abdominal com exercícios como o *crunch* ou *curl up*. Este grupo foi recrutado em contexto

de ginásios através da distribuição de um panfleto pelos treinadores pessoais onde constavam os critérios de inclusão;

3) **Grupo Controlo**, constituído por mulheres sedentárias (controlo) recrutadas na comunidade académica universitária por divulgação via online e difusão da informação pela comunidade.

**Considerações Éticas**

Os dados utilizados nesta dissertação integram um projeto de investigação conduzido pelo orientador Prof. Augusto Gil Pascoal. Este projeto foi previamente submetido e aprovado pelo Conselho de Ética para a Investigação da Faculdade de Motricidade Humana (CEIFMH), Universidade de Lisboa, sob o parecer nº 12/2015, em conformidade com as normas éticas e legais aplicáveis à pesquisa científica.

A utilização dos dados seguiu rigorosamente os princípios de confidencialidade, anonimato e integridade ética, garantindo o cumprimento das diretrizes institucionais e o respeito pelos participantes envolvidos.

**Instrumentos de medida e procedimentos**

A morfologia da linha alba foi analisada através do parâmetro DIR registado com recurso a imagens ecográficas recolhida por um ecógrafo portátil (LOGIQ e; GE Healthcare, Waukesha, WI) com um transdutor linear de 4 a 12 MHz, 39 mm, ajustado para uma frequência fixa de 12 MHz no modo de brilho (modo B).

*Recolha das imagens de ultrassonografia*

A sonda de ultrassom foi colocada transversalmente ao longo da linha alba para recolha de imagem em duas localizações (2 e 5 cm acima do bordo superior do umbigo). De forma a padronizar a posição da sonda, cada local de medição foi marcado por lápis dérmico na posição inicial de teste. Foram obtidas imagens nas duas localizações em diferentes condições: posição de repouso com o sujeito em posição decúbito dorsal joelhos a 90° de flexão, pés apoiados e braços ao longo do corpo e na posição final de contração do exercício *curl-up* (Balasch-Bernat et al., 2021).

Na posição final de contração no exercício de *curl-up,* os participantes foram instruídos a realizar a elevação da cabeça e ombros até o ângulo inferior da escápula perder o contacto com a superfície de apoio e a manter a contração isométrica em expiração durante 3 a 5 segundos de forma a permitir a recolha dos dados. Foram permitidas até 5 repetições de familiarização do exercício *curl-up* e realizada apenas uma medida

nessa condição de teste. Cada sujeito participou numa única sessão de recolha de imagens com duração aproximada 15 a 20 minutos.

A orientação da sonda foi ajustada sempre que necessário para otimizar a visualização de ambos os retos abdominais e a linha alba. Foi dada atenção especial à força aplicada na sonda para evitar uma resposta reflexa das participantes. Todas as imagens foram recolhidas no final da expiração seguindo as recomendações de Teyhen et al. (2008) e exportadas em formato DICOM para analise futura. O mesmo investigador que desconhecia a identificação do participante e realizou todas as recolhas de imagem, foi um fisioterapeuta com vários anos de experiência e com treino específico em ultrassonografia na DIR.

*Medição da distância inter-retos*

A DIR foi definida como a distância linear entre as duas extremidades internas de ambos os músculos retos do abdómen (Chiarello et al., 2016). As medições realizadas offline utilizaram um código personalizado no programa (*MATLAB Image Processing Toolbox. The MathWorks, Inc, Natick, MA*). A identificação do contorno de ambos o músculo reto abdominal foi otimizado pela aplicação de uma abordagem semiautomática, baseada num estudo anterior, que utiliza a segmentação da imagem e um ajuste da curva semelhante a uma parábola (Mota et al., 2012). Após a digitalização do contorno visível dos músculos, as coordenadas obtidas foram interpoladas e ajustadas a uma curva semelhante a uma parábola. Os pontos de inflexão da curva marcam o ponto final medial de ambos os músculos retos abdominais que foram usados como pontos de referência para medir a DIR.

Depois da identificação dos dois pontos de referência localizados na extremidade interna de cada músculo reto, as respetivas coordenadas na imagem ultrassonográfica foram digitalizadas. Para calcular a DIR em milímetros, o número de pixels entre as duas coordenadas foi multiplicado pelo valor de espaçamento de pixels da imagem extraído da estrutura de metadados DICOM. O examinador teve a decisão final sobre quais pontos utilizar para a medição, podendo seguir a sugestão do protocolo ou utilizar seu julgamento clínico.

**Processamento estatístico**

Os dados recolhidos em cada localização da sonda (AB2 e AB5) foram analisados separadamente. Assim as variáveis dependentes **DIR-AB2** e **DIR-AB5** foram comparadas com recurso ao teste de ANCOVA a dois fatores para medidas repetidas (*Two-Way ANCOVA for Repeated Measures*) para avaliar os efeitos das variáveis **CONDIÇÃO** (Repouso vs. Contração Abdominal), como fator intra-sujeito, e **GRUPO**

(Bodybuiders vs. Fitness vs. Controlo), como fator inter-sujeito, na variável DIR (Distância Inter-Retos). Neste modelo, as covariáveis e **IMC** foram incluídas para controlar possíveis influencias destas variáveis demográficas e antropométricas nos resultados, garantindo maior rigor na identificação dos efeitos das variáveis de interesse.

Para testar os pressupostos da ANCOVA foi confirmada a normalidade das variáveis dependentes pela aplicação do teste de Shapiro-Wilk. Assumiu-se a linearidade, considerando a relação linear entre as covariáveis (idade e IMC) e a variável dependente DIR. A homogeneidade das regressões foi avaliada para garantir que o impacto das covariáveis na DIR fosse consistente entre os diferentes níveis do fator inter-sujeito (grupo). Por fim, a independência entre as covariáveis e os fatores foi confirmada, assegurando que as covariáveis não estavam correlacionadas com os níveis do fator grupo.

Quando foram identificados efeitos principais ou interações significativas, aplicou-se o teste-t para amostras emparelhadas (*Pairwise t-test*) com correção de Bonferroni, para explorar as diferenças específicas entre os fatores intra e inter-sujeitos.

O pressuposto de esfericidade foi confirmado para todos os dados, conforme o teste de esfericidade de Mauchly ($\chi^2$ (2) = 1,000), permitindo a aplicação do modelo sem ajustes nos graus de liberdade.

Os dados demográficos foram analisados utilizando o teste ANOVA unifatorial (*One-way ANOVA*) para identificar diferenças entre os grupos.

Todo o processamento estatístico foi realizado com o software IBM SPSS para Windows, versão 28.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA), com um nível de significância de $p < 0,05$ para todos os testes.

**Cálculo da potência estatística**

Fizemos uma análise à posteriori sobre a potência estatística do nosso estudo utilizando o software G*Power (versão 3.1.9.7), considerando a aplicação do teste "*ANCOVA: Fixed effects, main effects and interactions*". Para isso, foi usada uma amostra com um tamanho total de N = 45 participantes, distribuídos igualmente por 3 grupos, e ajustada para incluir 2 covariáveis (idade e IMC). Gluppe et al. (2020), que investigou a DIR medida 2 cm acima do umbigo em diferentes condições (repouso vs. contração, *crunch* vs. *headlift*) em mulheres primíparas no pós-parto obteve um tamanho de efeito Cohen's *f* = 0,385. O cálculo revelou que, com um nível de significância (α) de 0,05 e 2 graus de liberdade no numerador, a potência estatística obtida foi de $1-\beta$ = **0,60**. Este valor indica que o estudo apresenta uma probabilidade de 60% de detetar um efeito significativo, caso ele exista. Contudo, a nossa amostra é composta por mulheres nulíparas, e as

medições foram também realizadas a 5 cm acima do umbigo. Estas características conferem à DIR uma menor variabilidade que aquela que existe em mulheres em pós-parto. Pelo que, nos pareceu razoável o ajustamento do tamanho do efeito para Cohen´s *f* = 0,475, que revelou uma potência estatística de 1−β = **0,79.** Desta forma, esta investigação tem 79% de probabilidade de detetar um efeito significativo, caso ele exista. Na ausência de outro estudo com características mais semelhantes ao nosso e pela especificidade da nossa amostra, pareceu-nos plausível este ajuste que nos permite com certeza ter uma potência estatística situada entre os 60% e os 80% de acordo com uma perspetiva mais conservadora suportada no estudo de Gluppe et al., (2020) ou numa perspetiva em que as mulheres nulíparas tenderão a ter menor variabilidade da DIR.

A inclusão de covariáveis reforça a precisão das estimativas ajustadas para fatores como a idade e o IMC, permitindo uma interpretação mais confiável das diferenças entre grupos.

## RESULTADOS

### Variáveis Demográficas

Os dados demográficos dos grupos são apresentados na Tabela 1.

*Tabela 1. Dados Demográficos [Média (Desvio-Padrão)].*

| | **BodyBuilders** | **Fitness** | **Controlo** |
|---|---|---|---|
| **Idade (anos)** | 32,07 (7,08) | 30,07 (7,47) | 20,87 (1,21) |
| **Altura (cm)** | 161,33 (4,18) | 166,13 (5,58) | 167,13 (6,25) |
| **Massa (kg)** | 51,13 (4,48) | 54,07 (6,35) | 67,67 (8,15) |
| **Índice Massa Corporal (kg/m2)** | 19,62 (1,16) | 19,56 (1,68) | 24,22 (2,52) |

O teste One-Way ANOVA revelou diferenças significativas entre os grupos para todas variáveis demográficas: **Idade** [F(2,87) = 29,37; p < 0,001]; **Peso** [F(2,87) = 54,31; p < 0,001]; **Altura** [F(2,87) = 9,70; p < 0,001] e **Índice** de **Massa Corporal** (IMC) [F(2,87) = 60,04; p < 0,001].

A análise post-hoc de comparações múltiplas (*Paiwise t-test*) indicou diferenças significativas na variável **idade** entre os grupos Fitness e Controlo [Diferença média = 9,2 anos, Desvio-Padrão (DP) = 1,56], e entre os grupos BodyBuilders e Controlo [Diferença média = 11,2 anos, DP = 1,56], com o grupo Controlo a apresentar as idades mais elevadas. Não foram encontradas diferenças significativas (p = 0,609) entre os grupos Fitness e BodyBuilders.

Quanto á variável **peso**, observou-se uma diferença significativa entre os grupos Fitness e Controlo [Diferença média = 13,6 kg, DP = 1,69], e entre os grupos BodyBuilders e Controlo [Diferença média = 13,6 kg, DP = 1,69], com o grupo Controlo a apresentar os valores de peso mais elevados. Não foram identificadas diferenças significativa (p = 0,260) entre os grupos Fitness e BodyBuilders

Para a variável **altura**, as únicas diferenças significativas encontradas foram entre os grupos Fitness e BodyBuilders, com o grupo Fitness a apresentar uma altura significativamente maior [Diferença média = 4,8 cm, DP = 1,41; p = 0,003]. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos Fitness e Controlo (p = 1,000), nem entre os grupos BodyBuilders e Controlo (p = 1,000).

No que se refere ao **IMC**, foram observadas diferenças significativas entre os grupos Fitness e Controlo [Diferença média = 4,65 kg/m², DP = 0,49], e entre os grupos BodyBuilders e Controlo [Diferença média = 4,60 kg/m², DP = 0,49], com o grupo Controlo a apresentar o IMC mais elevado. Não foram encontradas diferenças significativas (p = 1,000) entre os grupos Fitness e BodyBuilders.

**Distância inter-retos do abdómen (DIR)**

Na Figura 1 apresentam-se os valores das médias marginais e os respetivos desvios padrão da **Distância Inter-Retos (DIR)**, medida 2 cm (**DIR - AB2**) e 5 cm (**DIR – AB5**) acima do umbigo. Os valores refletem o ajustamento realizado na análise em função das covariáveis **idade** e **IMC**.

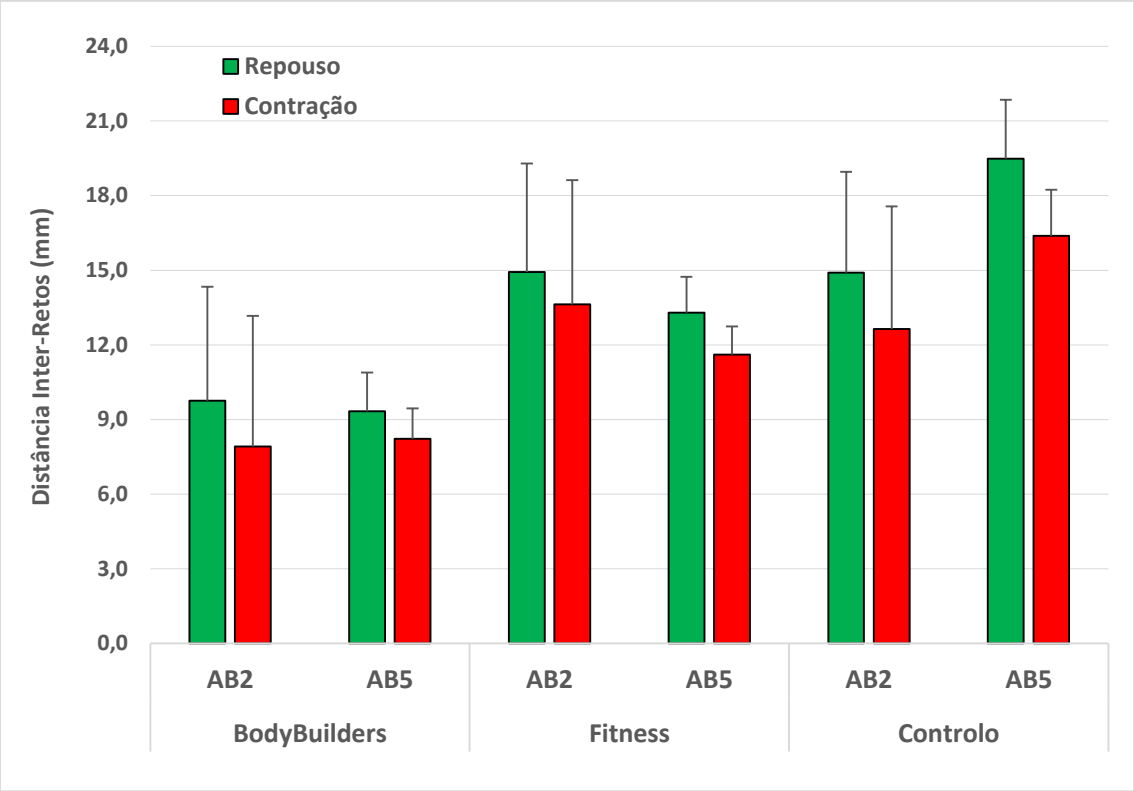


*Figura 1. Distância inter-retos medida a 2 cm (AB2) e a 5 cm (AB5) acima do umbigo nos grupos BodyBuilders, Fitness e Controlo. Valores das médias marginais e desvio-padrão ajustados às covariáveis idade e IMC.*

*Distância inter-retos medida 2 cm acima do umbigo (DIR-AB2)*

Os resultados da aplicação do teste inferencial de ANCOVA para medidas repetidas com o objetivo de investigar os efeitos das condições (repouso vs. contração abdominal) e do grupo (BodyBuilders vs. Fitness vs. grupo de controlo) sobre a variável dependente **DIR (Distância Inter-Retos)**, medida 2 cm acima do umbigo (**DIR - AB2**), com inclusão das covariáveis **idade** e **IMC** são apresentados quanto ao efeito da Condição (Repouso vs. Contração), ao efeito da interação Condição x Idade, ao efeito interação Condição x IMC e ao efeito de interação Condição x Grupo.

1. **Efeito principal da Condição (Repouso vs. Contração)**. O efeito principal de condição (repouso vs. contração abdominal) não foi significativo [$F(1, 40) = 1,66$, $p = 0,21$, e $\eta 2 = 0,04$].;

2. **Efeito da interação Condição x Idade**. A interação entre condição (repouso vs. contração abdominal) e a covariável **idade** também não foi significativa [$F(1, 40) = 0,21$, $p = 0,65$, $\eta 2 = 0,005$];

3. **Efeito da interação Condição x IMC**. Da mesma forma, a interação entre condição e a covariável **IMC** não foi significativa [F(1, 40) = 0,62, p = 0,44, η2= 0,015];
4. **Efeito da interação Condição x Grupo**. A interação entre condição (repouso vs. contração abdominal) e **grupo** também não foi significativa [F(2, 40) = 0,21, p = 0,81, η2 = 0,01]. Isso sugere que não há diferenças significativas entre os grupos (BodyBuilders, Fitness e Controlo) em relação à variável dependente nas duas condições analisadas.

A análise de ANCOVA também foi realizada para examinar os efeitos dos fatores entre sujeitos na variável dependente **DIR - AB2** considerando as covariáveis **idade** e **IMC**.

1. **Efeito da Idade**. O efeito da covariável **idade** não foi significativo [F(1, 40) = 0,034, p = 0,855, η2 = 0,001];
2. **Efeito do IMC.** O efeito da covariável **IMC** também não foi significativo [F(1, 40) = 0,334, p = 0,567, η2 = 0,008].
3. **Efeito do Grupo**. O fator **grupo** (BodyBuilders, Fitness e Controlo) apresentou um efeito significativo [F(2, 40) = 7,935, p = 0,001, η2 = 0,284]. O valor de eta ao quadrado (η2 = 0,284) sugere que o fator grupo tem um efeito moderado a grande na variável dependente. A análise pos-hoc (pairwise t-test) revelou que a **DIR-AB2** foi significativamente inferior no grupo **BodyBuilders** em comparação com os grupos **Fitness** e **Controlo**. Não foram observadas diferenças significativas na **DIR-AB2** entre os grupos **Fitness** e **Controlo**. A comparação entre os grupos **Fitness** e **BodyBuilders** revelou uma diferença média na **DIR-AB2** de **5,40 mm** (p < 0,001), com um intervalo de confiança de 95% (IC95) variando de **2,03 mm a 8,77 mm**. Já a comparação entre os **BodyBuilders** e o **Controlo** mostrou uma diferença média na **DIR-AB2** de **5,55 mm** (p < 0,001), com um intervalo de confiança de 95% (IC95) variando de **2,18 mm a 8,92 mm**.

Em conclusão, os resultados indicam que, após o ajuste para as covariáveis **idade** e **IMC**, nenhum dos efeitos principais ou interações foi significativo sobre a **DIR-AB2**. Isso sugere que, uma vez controlados os efeitos dessas covariáveis, tanto a variável **CONDIÇÃO** (repouso vs. contração abdominal) quanto a interação das variáveis **CONDIÇÃO** x **GRUPO** (BodyBuilders, Fitness e Controlo) não influenciaram de forma significativa a variável **DIR-AB2.** No entanto, o fator **GRUPO** apresentou um efeito significativo na variável **DIR-AB2**, indicando que existem diferenças relevantes entre os grupos. Especificamente, o grupo **BodyBuilders** apresentou valores de **DIR-AB2**

significativamente mais baixos em comparação com os grupos **Fitness** e **Controlo**, não tendo sido observadas diferenças significativas entre os dois grupos.

*Distância inter-retos medida 5 cm acima do umbigo (DIR-AB5)*

À semelhança da análise anterior**,** para a variável dependente **DIR – AB5** com inclusão das covariáveis idade e IMC são apresentados os resultados são apresentados quanto ao efeito da Condição (Repouso vs. Contração), ao efeito da interação Condição x Idade, ao efeito interação Condição x IMC e ao efeito de interação Condição x Grupo:

1. **Efeito principal da Condição (Repouso vs. Contração)**. O efeito principal de condição (repouso vs. contração abdominal) não foi significativo [$F(1, 40) = 0,318$, $p = 0,58$, e $\eta 2 = 0,008$ ];
2. **Efeito da interação Condição x Idade**. A interação entre condição (repouso vs. contração abdominal) e a covariável **idade** também não foi significativa [$F(1, 40) = 0,15$, $p = 0,70$, $\eta 2 = 0,004$];
3. **Efeito da interação Condição x IMC**. Da mesma forma, a interação entre condição e a covariável **IMC** não foi significativa [$F(1, 40) = 0,77$, $p = 0,38$, $\eta 2= 0,019$ ];
4. **Efeito da interação Condição x Grupo**. A interação entre condição (repouso vs. contração abdominal) e **grupo** também não foi significativa [$F(2, 40) = 0,86$, $p = 0,43$, $\eta 2 = 0,041$].

A análise de ANCOVA, levando em consideração as covariáveis **idade** e **IMC,** foi igualmente realizada para examinar os efeitos dos fatores entre sujeitos na variável dependente **DIR – AB5.**

1. **Efeito da Idade**. O efeito da covariável **idade** foi significativo [$F(1, 40) = 9,345$, $p = 0,004$, $\eta^2 = 0,189$];
2. **Efeito do IMC.** O efeito da covariável **IMC** também não foi significativo [$F(1, 40) = 1,020$, $p = 0,319$, $\eta^2 = 0,025$];
3. **Efeito do Grupo**. O fator **grupo** (BodyBuilders, Fitness e Controlo) apresentou um efeito significativo [$F(2, 40) = 8,544$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,299$].O tamanho do efeito ($\eta^2 = 0,299$) indica que o fator **grupo** explica 29,9% da variância na variável dependente.

Note-se que o efeito significativo da variável **grupo** indica que as diferenças na variável dependente **DIR-AB5** observadas entre os grupos são consistentes, mesmo quando a variabilidade explicada pelas covariáveis **idade** foram controladas na análise. Dito de

outro modo, as diferenças entre os grupos não se devem apenas à idade, mas refletem os efeitos do nível de atividade física sobre **DIR-AB5**. Nas comparações post-hoc entre as médias marginais (*Pairwise t-test*) verificou-se que o grupo **BodyBuilders** apresenta diferenças significativas na **DIR-AB5** comparativamente aos grupos **Fitness** e **Controlo**. A comparação entre os grupos **Fitness** e **BodyBuilders** revelou uma diferença média de 3,68 mm (p = 0,036), com um intervalo de confiança de 95% (IC95) variando de 0,19 mm a 7,16 mm. Já entre os grupos **BodyBuilders** e **Controlo**, a diferença média foi de 9,16 mm (p = 0,001), com IC95 entre 3,32 mm e 15,01 mm. As comparações entre os grupos **Fitness** e **Controlo** não revelaram diferenças estatisticamente significativas (p = 0,058).

## DISCUSSÃO

Esta investigação explorou o efeito cumulativo do exercício abdominal na morfologia da linha alba, comparando a DIR em repouso e em contração entre três grupos de mulheres nulíparas com diferentes níveis de atividade física (BodyBuilders, Fitness e Controlo). Os nossos 3 grupos diferiram nas variáveis demográficas utilizadas (idade, peso, altura e IMC), onde o grupo Controlo se destacou por apresentar idade, peso e IMC mais altos, enquanto o grupo Fitness demonstrou maior altura que o grupo de mulheres BodyBuilders. Devido às variações demográficas e antropométricas entre os grupos, foi aplicada a ANCOVA com as covariáveis idade e IMC para controlar estas influências, assegurando que as diferenças na DIR eram atribuídas aos fatores de interesse e não às características dos grupos. A idade foi identificada como relevante, explicando 18,9% da variabilidade na DIR-AB5, ao contrário do IMC, que não teve impacto significativo. As alterações hormonais, diminuição de produção de colagénio e redução da elasticidade tecidual associadas à idade podem contribuir para o alargamento da linha alba e a DRA. O estudo de Kaufmann et al. (2022) revelou que apenas 33% das mulheres nulíparas apresentaram DRA e identificou a idade como um fator de risco significativo para essa condição. No entanto, os nossos resultados indicam que, embora o grupo de mulheres mais velhas revelasse DIR menor, ele também era o mais treinado, sugerindo que o exercício regular pode atenuar os efeitos negativos do envelhecimento na parede abdominal. Gumpenberger et al. (2020) sugerem que exercícios de resistência combinados com pliometria podem remodelar o tecido conjuntivo muscular em idosos, ajudando a mitigar os efeitos do envelhecimento no músculo esquelético.

### Efeito da variável condição na DIR

A nossa hipótese inicial de que a DIR iria diminuir após contração não foi confirmada pois a ativação muscular abdominal do exercício *curl-up* em mulheres nulíparas não alterou substancialmente a DIR. Estudos anteriores, como Chiarello et al., (2016) e Lee & Hodges (2016), corroboram os nossos resultados sobre a DIR durante a ativação abdominal. Em mulheres nulíparas, exercícios hipopressivos e *crunch* mostraram efeitos semelhantes na DIR, mas Da Cuña-Carrera et al. (2021) observaram um aumento da DIR com a ativação do transverso abdominal seguida de *crunch.* Já Balasch-Bernat et al. (2021) relataram uma redução significativa da DIR ao passar de exercícios hipopressivos para *curl-up* em nulíparas.

Os grupos em análise (BodyBuilder, Fitness e Controlo) não revelaram a presença de DRA, pois apresentaram médias de DIR em repouso, a 2cm do umbigo, (9,8mm, 14,93mm e 14,91mm, respetivamente), consistentes com os valores normativos da

literatura (até 22mm, 3cm acima do umbigo) (Beer et al., 2009). Para mulheres primíparas ou multíparas, que apresentam valores de DIR em repouso superiores às mulheres deste estudo, a literatura revela diminuição imediata da DIR em mulheres após *curl-up* (Mota et al., 2015; Sancho et al., 2015). A ausência de alterações na DIR durante a contração abdominal nesta investigação pode estar associada à já reduzida separação inicial da linha alba, como observado em mulheres nulíparas ativas, reduzindo a margem para mudanças significativas. Estudos recentes em mulheres com DRA demonstram que, embora ocorra uma redução da DIR com exercícios como o *curl-up*, há um aumento da distorção da linha alba comparativamente com mulheres sem DRA comprometendo a sua tensão funcional e a transmissão de forças entre os músculos abdominais, redução da estabilidade do core, diminuição da força muscular, função prejudicada dos músculos abdominais, aumento do risco de dor lombar e problemas de controle postural. (Lee & Hodges, 2016). O facto de, em mulheres sem DRA, se verificar uma menor distorção da linha alba pela transmissão de forças de tensão geradas pelos músculos da parede abdominal lateral, sugere uma maior estabilidade do core e função muscular (Beamish et al., 2019). Reduzir a distorção da linha alba deve ser um objetivo na reabilitação pois parece ser relevante na função da parede abdominal.

**Efeito da variável intensidade de treino na DIR**

Esta investigação revela que o efeito cumulativo de treino de alta intensidade desempenha um papel importante na variação da DIR, mostrando que as mulheres que realizaram treinos mais intensos apresentaram DIR mais reduzidas comparativamente a mulheres sem treino, confirmando a nossa hipótese. De acordo com os nossos resultados, as mulheres mais treinadas (BodyBuilders) apresentaram uma DIR menor em ambas as distancias medidas (DIR-AB2 e DIR-AB5) tanto em repouso quanto em posição de contração abdominal (*curl-up*), comparativamente com o grupo de mulheres menos treinadas (Fitness) e o grupo sem treino (Controlo). Indicando por isso que o treino intensivo, possivelmente associado à prática de exercícios específicos para o fortalecimento do "*core*", pode contribuir para uma parede abdominal mais coesa com menor separação muscular. Neste estudo, o treino de alta intensidade focou-se em estratégias de hipertrofia muscular e redução de massa gorda (Alves et al., 2020) que parece ser mais eficaz na produção de fibras de colagénio, enquanto o treino de moderada e baixa intensidade tem efeitos menos pronunciados (Moghetti et al., 2016; Oranchuk et al., 2019). Embora os nossos resultados sugiram uma associação entre treino de alta intensidade e redução da DIR, possivelmente pelas alterações nas fibras musculares e os diferentes padrões de ativação abdominal, não podemos inferir causalidade direta. Mudanças na espessura e rigidez muscular, podem contribuir para

essa diferença, mas outros fatores biomecânicos e genéticos podem estar envolvidos. Enquanto Wang et al. (2024) demonstraram uma correlação positiva entre a espessura dos músculos retos abdominais com a diminuição da DIR em mulheres no pós-parto, Abuín-Porras et al. (2020) não obtiveram os mesmos resultados entre mulheres atletas de rugby e não atletas. São necessárias investigações futuras com mulheres nulíparas com diferentes treinos de alta intensidade para aferir qual o tipo de treino que mais influência a DIR.

**Limitações do estudo**

Apesar das contribuições desta investigação, algumas limitações devem ser reconhecidas. Primeiramente, a heterogeneidade da amostra e o facto de se restringir a mulheres nulíparas, limita a aplicabilidade dos resultados para populações com DRA clínica. Além disso, a natureza observacional do estudo não permite estabelecer causalidade direta entre o treino de alta intensidade e a redução da DIR. Outros fatores biomecânicos e genéticos que podem influenciar a DIR não foram explorados, assim como os efeitos de diferentes tipos de modalidades e intensidade de treino. A ausência de medidas diretas da rigidez da linha alba ou qualidade do tecido conjuntivo impede uma análise mais aprofundada das alterações morfológicas associadas ao exercício. Estudos longitudinais que analisem alterações na linha alba em diferentes modalidades de treino (e.g. treino funcional, Pilates, levantamento de peso) podem esclarecer os mecanismos por trás da redução da DIR. A nossa avaliação concentrou-se em pontos específicos da linha alba (AB2 e AB5) e em exercícios como *curl-up*, deixando de lado medições dinâmicas ou análises funcionais mais abrangentes. Por fim, a falta de um acompanhamento longitudinal impede a análise de efeitos a longo prazo do treino na DIR.

Estas limitações abrem caminhos para novas investigações, que poderiam incluir análises longitudinais, populações mais diversificadas e o impacto de diferentes modalidades de treino.

## CONCLUSÃO

O treino de alta intensidade parece ser eficaz para melhorar a integridade da linha alba e reduzir a DIR. Este estudo sugere também, que excluindo a influência da gravidez na amostra, o estado de contração e repouso abdominal não mostram diferenças significativas. Estudos futuros poderiam explorar a funcionalidade da linha alba em diferentes contextos. Essas abordagens ajudariam a esclarecer a eficácia de intervenções específicas e a formular diretrizes mais robustas para a reabilitação da parede abdominal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Abuín-Porras, V., de la Cueva-Reguera, M., Benavides-Morales, P., Ávila-Pérez, R., de la Cruz-Torres, B., Pareja-Galeano, H., Blanco-Morales, M., & Romero-Morales, C. (2020). Comparison of the Abdominal Wall Muscle Thickness in Female Rugby Players Versus Non-Athletic Women: A Cross-Sectional Study. Medicina, 56(1), Artigo 1. https://doi.org/10.3390/medicina56010008;

Beamish, N., Green, N., Nieuwold, E., & McLean, L. (2019). Differences in Linea Alba Stiffness and Linea Alba Distortion Between Women With and Without Diastasis Recti Abdominis: The Impact of Measurement Site and Task. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *49*(9), 656–665. https://doi.org/10.2519/jospt.2019.8543;

Beer, G. M., Schuster, A., Seifert, B., Manestar, M., Mihic-Probst, D., & Weber, S. A. (2009). The normal width of the linea alba in nulliparous women. *Clinical Anatomy*, *22*(6), 706–711. https://doi.org/10.1002/ca.20836;

Cavalli, M., Aiolfi, A., Bruni, P. G., Manfredini, L., Lombardo, F., Bonfanti, M. T., Bona, D., & Campanelli, G. (2021). Prevalence and risk factors for diastasis recti abdominis: A review and proposal of a new anatomical variation. *Hernia*, *25*(4), 883–890. https://doi.org/10.1007/s10029-021-02468-8;

Chiarello, C. M., McAuley, J. A., & Hartigan, E. H. (2016). Immediate Effect of Active Abdominal Contraction on Inter-recti Distance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *46*(3), 177–183. https://doi.org/10.2519/jospt.2016.6102;

Da Cuña-Carrera, I., Alonso-Calvete, A., Soto-González, M., & Lantarón-Caeiro, E. M. (2021). How Do the Abdominal Muscles Change during Hypopressive Exercise? *Medicina*, *57*(7), 702. https://doi.org/10.3390/medicina57070702;

Gitta S., Magyar Z., Tardi P., Füge I., Járomi M., Ács P., Garai J., Bódis J., & Hock M. (2017). A rectus diastasis prevalenciája, lehetséges rizikófaktorai és szövődményei. *Orvosi Hetilap*, *158*(12), 454–460. https://doi.org/10.1556/650.2017.30703;

Gluppe, S. B., Engh, M. E., & Bø, K. (2020). Immediate Effect of Abdominal and Pelvic Floor Muscle Exercises on Interrecti Distance in Women With Diastasis Recti Abdominis Who Were Parous. *Physical Therapy*, *100*(8), 1372–1383. https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa070;

Gumpenberger, M., Wessner, B., Graf, A., Narici, M. V., Fink, C., Braun, S., Hoser, C., Blazevich, A. J., & Csapo, R. (2020). Remodeling the Skeletal Muscle Extracellular Matrix in Older Age—Effects of Acute Exercise Stimuli on Gene Expression. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(19), 7089. https://doi.org/10.3390/ijms21197089;

Kaufmann, R. L., Reiner, C. S., Dietz, U. A., Clavien, P. A., Vonlanthen, R., & Käser, S. A. (2022). Normal width of the linea alba, prevalence, and risk factors for diastasis recti abdominis in adults, a cross-sectional study. *Hernia*, *26*(2), 609–618. https://doi.org/10.1007/s10029-021-02493-7;

Keeler, J., Albrecht, M., Eberhardt, L., Horn, L., Donnelly, C., & Lowe, D. (2012). Diastasis Recti Abdominis: A Survey of Women's Health Specialists for Current Physical Therapy Clinical Practice for Postpartum Women. *Journal of Women's Health Physical Therapy*, *36*(3), 131–142. https://doi.org/10.1097/JWH.0b013e318276f35f;

Lee, D., & Hodges, P. W. (2016). Behavior of the Linea Alba During a Curl-up Task in Diastasis Rectus Abdominis: An Observational Study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *46*(7), 580–589. https://doi.org/10.2519/jospt.2016.6536;

Mannion, A. F., Pulkovski, N., Toma, V., & Sprott, H. (2008). Abdominal muscle size and symmetry at rest and during abdominal hollowing exercises in healthy control subjects. *Journal of Anatomy*, *213*(2), 173–182. https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2008.00946.x;

Michalska, A., Rokita, W., Wolder, D., Pogorzelska, J., & Kaczmarczyk, K. (2018). Diastasis recti abdominis—A review of treatment methods. *Ginekologia Polska*, *89*(2), Artigo 2. https://doi.org/10.5603/GP.a2018.0016;

Moghetti, P., Bacchi, E., Brangani, C., Donà, S., & Negri, C. (2016). Metabolic Effects of Exercise. Em F. Lanfranco & C. J. Strasburger (Eds.), *Frontiers of Hormone Research* (Vol. 47, pp. 44–57). S. Karger AG. https://doi.org/10.1159/000445156;

Mota, P., Pascoal, A. G., Carita, A. I., & Bø, K. (2015). The Immediate Effects on Inter-rectus Distance of Abdominal Crunch and Drawing-in Exercises During Pregnancy and the Postpartum Period. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *45*(10), 781–788. https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5459

Norris, C. M. (1993). Abdominal muscle training in sport. *British Journal of Sports Medicine*, *27*(1), 19–27. https://doi.org/10.1136/bjsm.27.1.19;

Oranchuk, D. J., Storey, A. G., Nelson, A. R., & Cronin, J. B. (2019). Isometric training and long-term adaptations: Effects of muscle length, intensity, and intent: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *29*(4), 484–503. https://doi.org/10.1111/sms.13375;

Radhakrishnan, M., & Ramamurthy, K. (2022). Efficacy and Challenges in the Treatment of Diastasis Recti Abdominis—A Scoping Review on the Current Trends and Future Perspectives. *Diagnostics*, *12*(9), 2044. https://doi.org/10.3390/diagnostics12092044;

Rath, A., Attali, P., Dumas, J., Goldlust, D., Zhang, J., & Chevrel, J. (1996). The abdominal linea alba: An anatomo-radiologic and biomechanical study. *Surgical and Radiologic Anatomy*, *18*(4), 281–288. https://doi.org/10.1007/BF01627606;

Sancho, M. F., Pascoal, A. G., Mota, P., & Bø, K. (2015). Abdominal exercises affect inter-rectus distance in postpartum women: A two-dimensional ultrasound study. *Physiotherapy*, *101*(3), 286–291. https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.04.004;

Tuominen, R., Jahkola, T., Saisto, T., Arokoski, J., & Vironen, J. (2022). The prevalence and consequences of abdominal rectus muscle diastasis among Finnish women: An epidemiological cohort study. *Hernia*, *26*(2), 599–608. https://doi.org/10.1007/s10029-021-02484-8;

Wang, L., Yun, T., Zhang, D., Zhong, J., Yi, D., Fu, W., Li, M., Zhang, Y., & Wang, Y. (2024). A prospective study of two-dimensional ultrasonography combined with shear wave elastography for pregnancy-related diastasis recti abdominis. *Frontiers in Physiology*, *15*, 1382982. https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1382982;

Wu, L., Gu, Y., Gu, Y., Wang, Y., Lu, X., Zhu, C., Lu, Z., & Xu, H. (2021). Diastasis recti abdominis in adult women based on abdominal computed tomography imaging: Prevalence, risk factors and its impact on life. *Journal of Clinical Nursing*, *30*(3–4), 518–527. https://doi.org/10.1111/jocn.15568.