

Ricardo Ribeiro Agostinete

**MECANISMOS INFLAMATÓRIOS LIGANDO A PRÁTICA ESPORTIVA EM
ALTA INTENSIDADE E O DESENVOLVIMENTO ÓSSEO ENTRE JOVENS**

Presidente Prudente

2017



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Ricardo Ribeiro Agostinete

**MECANISMOS INFLAMATÓRIOS LIGANDO A PRÁTICA ESPORTIVA EM ALTA
INTENSIDADE E O DESENVOLVIMENTO ÓSSEO ENTRE JOVENS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"-FCT/UNESP, Campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Romulo Araújo Fernandes

Presidente Prudente

2017

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Seção de Pós-Graduação
Rua Roberto Simonsen, 305 CEP 19060-900 Presidente Prudente SP
Tel. 18 3229-5352 fax 18 3223-4519

FICHA CATALOGRÁFICA

A221m Agostinete, Ricardo Ribeiro.
Mecanismos inflamatórios ligando a prática esportiva em alta intensidade e o desenvolvimento ósseo entre jovens / Ricardo Ribeiro Agostinete. - Presidente Prudente : [s.n.], 2017
82 f.

Orientador: Romulo Araújo Fernandes
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Esporte. 2. Tecido ósseo. 3. Adolescente. I. Fernandes, Romulo Araújo. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

BANCA EXAMINADORA



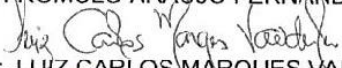
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de RICARDO RIBEIRO AGOSTINETE, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CÂMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE.

Aos 26 dias do mês de maio do ano de 2017, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro 3, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. ROMULO ARAÚJO FERNANDES - Orientador(a) do(a) Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP, Prof. Dr. LUIZ CARLOS MARQUES VANDERLEI do(a) Departamento de Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP/Presidente Prudente, Prof. Dr. ALESSANDRO MOURA ZAGATTO do(a) Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de RICARDO RIBEIRO AGOSTINETE, intitulada **MECANISMOS INFLAMATÓRIOS LIGANDO A PRÁTICA ESPORTIVA EM ALTA INTENSIDADE E O DESENVOLVIMENTO ÓSSEO ENTRE JOVENS**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: 1 - Aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. ROMULO ARAÚJO FERNANDES


Prof. Dr. LUIZ CARLOS MARQUES VANDERLEI


Prof. Dr. ALESSANDRO MOURA ZAGATTO

Dedicatória

Aos meus pais, Fernando e Cristina, e aos meus avós maternos (Newton e Leontina) e paternos (Paulo e Benedida).

Agradecimentos

Gostaria de forma sincera agradecer à todos que de alguma forma contribuíram com o desenvolvimento desta dissertação de mestrado, mas também aqueles que e contribuíram para meu desenvolvimento profissional e principalmente pessoal.

Primeiramente, agradeço aos meus pais por todo amor incondicional, educação, carinho, paciência e ensinamentos dados a mim durante minha vida. Sempre serei grato por vocês colocarem nossa educação em prioridade, independente das dificuldades. Gostaria que soubessem que todas as conquistas em minha vida são graças a vocês e espero um dia poder retribuir tudo o que fazem por mim.

Aos meus irmãos, Rodrigo e Rafael que apesar da distância, sempre me apoiaram e me deram forças para lidar com as dificuldades e continuar lutando por meus sonhos. “Seja legal com seus irmãos, eles são a melhor ponte com seu passado e possivelmente quem vai sempre mesmo te apoiar no futuro”.

Aos meus avós paternos (Paulo e Benedita [In memoriam]) e maternos (Newton [In memoriam] e Leontina). Dizem que ser avô e avó é ser pai e mãe duas vezes. Acredito que seja verdade e agradeço por vocês também serem meus pais, agradeço por todo amor e dedicação e por não medirem esforços para nos possibilitar alcançar nossos sonhos tão almejados.

A minha namorada Laura, por todo amor, carinho, amizade, compreensão e companheirismo (nossas viagens que o digam). Obrigado por compartilhar comigo todos os sonhos, anseios e desejos. Obrigado por me mostrar a vida de uma forma mais “leve” e me incentivar a nunca desistir dos meus sonhos. Estarei sempre ao seu lado e torcendo por você e suas vitórias.

A todos meus tios, tias, primos e primas por todo apoio e torcida. No qual mesmo com a distância física, sempre estiveram presentes em meu coração.

Ao meu orientador, Professor Dr. Romulo Araújo Fernandes, total responsável pelo meu processo de formação acadêmica. Toda paciência, conhecimento, conselhos, amizade e confiança sempre estarão guardados em meu coração como exemplo de professor, orientador e amigo. Gostaria que o senhor soubesse que para mim, tudo o que conquistei em minha vida acadêmica, devo ao senhor. Admiro muito o senhor e espero um dia poder ser um terço do Professor que o senhor é.

Agradeço ao Professor Dr. Fábio Santos Lira, pelo qual também tem sido um exemplo de Professor para mim. Professor que mesmo não apresentando vínculo direto de

orientação acadêmica, sempre se preocupou em me ensinar, auxiliar e proporcionar meu desenvolvimento profissional e deste trabalho da melhor forma possível. Agradeço também por toda amizade com o Professor. Amizade e carinho extensivos à família, em especial sua esposa Sabrina e filhos Bruno e Gabi.

Ao Professor Dr. Manuel João Coelho e Silva da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra-Portugal, pelo qual tive a honra de ter como orientador durante meu estágio no exterior. Obrigado por toda paciência e ensinamentos durante minha missão na FCDEF, foi um enorme prazer trabalhar juntamente com um dos maiores nomes sobre exercício e crescimento no mundo. Conte comigo no que for preciso, Professor.

Aos Professores membros de minha banca julgadora, Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto e Prof. Dr. Luiz Carlos Vanderlei por aceitarem nosso convite, acreditarem em meu trabalho e principalmente por toda paciência e contribuições no meu processo de formação. Tenho grande admiração pelos senhores.

Agradeço também ao Professor Dr. Eduardo Zapatterra Campos e Professor Ms. José Gerosa Neto pelos ensinamentos, principalmente sobre natação durante meu mestrado. Agradeço também por toda amizade de ambos.

Ao meu amigo, Eduardo Pereira que tem me acompanhado desde o início da graduação, sendo por muitas vezes, minha família em momentos onde a distância física falava mais “alto”. Serei sempre grato por sua amizade e companheirismo, obrigado du!

Aos meus amigos de infância, em especial Breno e Adilson, juntamente com Santiago e Raoni, os quais cada um em seu momento, me mostraram o verdadeiro significado da palavra amizade.

Aos meus amigos de república (REP HOUR) os quais tenho um carinho imenso, obrigado por todas as risadas, brincadeiras e principalmente por amadurecimento propiciado. Da mesma forma, meus amigos de minha segunda “republica” que me acolheram de braços abertos.

Aos meus amigos e parceiros de trabalho do Live (laboratório de Investigação em Exercício) e GICRAF (Grupo de Investigações Científicas Relacionadas à Atividade Física) sem exceção. Principalmente os garotos e amigos que estão me acompanhando desde minha graduação e meu projeto de iniciação científica. Vocês são incríveis e gostaria que soubessem que devo boa parte deste trabalho a vocês. “Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido, mas aquele que vai acompanhado, com certeza vai mais longe” Obrigado GICRAF.

A todos os membros do LAFICE (Laboratório de Fisiologia Celular) pela amizade, confiança e disponibilidade de material e infraestrutura. Sempre dispostos a me auxiliar, mesmo meu vínculo com o laboratório não sendo oficial. Obrigado pessoal, admiro o trabalho de vocês.

Ao CELAPAM (Centro de Estudos e Prescrição da Atividade Motora) e seus membros, pela disponibilidade e confiança.

Aos meus amigos de Mestrado, Ana Paula Rocha e Alan Magalhães, meus fieis companheiros de trabalhos na Pós-graduação. Pessoas comprometidas e determinadas as quais só me restam agradecer e admirar. Obrigado e saibam que estarei sempre à disposição.

Agradeço a secretaria de Esportes de Presidente Prudente (SEMEPP) principalmente as modalidades de basquete e Natação. Aos treinadores “Negativo”, David, “Pépe” e Máx, fica meu mais sincero muito obrigado por confiar em meu trabalho e eterna admiração pelo excepcional trabalho desenvolvido com as equipes.

Agradeço todos os atletas envolvidos neste estudo pela confiança, amizade, disponibilidade e responsabilidade. Sei das dificuldades dos estudos, rotinas de treinamento e ainda ter que ir à UNESP depois dos treinos fazer os exames do “Cielo”, responder os caderninhos do “Cielo”, ou até mesmo ter que ficar de jejum para os exames de sangue do “Cielo”. Sou muito grato a vocês e gostaria que soubessem que sempre estarei na torcida por toda equipe. Ainda vou ver vocês nas Olimpíadas!

Aos funcionários da FCT/UNESP, em especial o André Trindade Meira e Aparacida Tamae Otsuka, por todo esmero com que realizam suas funções.

Ao Laboratório de Análises Clínicas (Unilab) principalmente a Marcia Barbosa de Sousa e a todos os enfermeiros envolvidos pela parceria e confiança.

Por fim, agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), agência de fomento que tive a oportunidade de ser bolsista em minha iniciação científica (2013/06963-5), em meu mestrado (2015/13543-8) e na realização de estágio de pesquisa no exterior (BEPE) (2016/06920-2). Obrigado pelo apoio financeiro e científico, os quais foram imprescindíveis para tornar esta pesquisa possível.

“As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP”.

Epígrafe

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram
conquistadas do que parecia impossível.”*

Charles Chaplin

SUMÁRIO

Apresentação	11
Resumo	12
Abstract	13
Introdução- Contextualização do tema	14
Objetivo- Geral e Específico	19
Artigo 1- O impacto da carga de treinamento na densidade mineral óssea de adolescentes nadadores: Uma abordagem utilizando modelos de equação estrutural	20
Artigo 2- A influência da carga de treinamento no ganho de densidade mineral óssea de adolescentes do sexo masculino praticantes de natação e basquetebol: 9-meses de acompanhamento	47
Conclusões	74
Referências do Projeto de Pesquisa	75
Anexos	78
Anexo I- Questionário aplicado	78
Anexo II- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	81
Anexo III- Parecer do Comitê de Ética.....	82

Apresentação

A dissertação em questão está apresentada de acordo com as normas do modelo alternativo de dissertação do Programa de Pós-Graduação *Scripto Sensu* em Fisioterapia vinculado a Faculdade de Ciências e Tecnologia –FCT da UNESP-campus Presidente Prudente. Composta de uma introdução, métodos e de dois artigos científicos, originados de pesquisas realizadas no Laboratório LIVE do Departamento de Educação Física, provenientes do projeto de pesquisa intitulado “Mecanismos inflamatórios ligando a prática esportiva em alta intensidade e desenvolvimento ósseo entre jovens” .

- I- Análise transversal do relacionamento entre sobrecarga de treinamento e densidade mineral óssea em atletas de natação e seus pares sedentários, considerando o efeito de fatores de confusão. Artigo intitulado: “O impacto da carga de treinamento na densidade mineral óssea de adolescentes nadadores: Uma abordagem utilizando modelos de equação estrutural”.

- II- Análise longitudinal (9 meses) do ganho de massa óssea durante o segmento em atletas de natação, basquete e controle. Bem como, efeito da sobrecarga de treinamento no ganho de densidade mineral óssea em ambas modalidades considerando o efeito de fatores de confusão, ponderando as especificidades das modalidades da realização em solo e em meio líquido. Artigo intitulado: “A influência da carga de treinamento no ganho de densidade mineral óssea de adolescentes do sexo masculino praticantes de natação e basquetebol: 9-meses de acompanhamento”.

Artigo 1-“O impacto da carga de treinamento na densidade mineral óssea de adolescentes nadadores: Uma abordagem utilizando modelos de equação estrutural” está aceito para publicação e é apresentado nas normas do “Pediatric Exercise Science”.

Artigo 2- “A influência da carga de treinamento no ganho de densidade mineral óssea de adolescentes do sexo masculino praticantes de natação e basquetebol: 9-meses de acompanhamento” será submetido e é apresentado nas normas do “Pediatric Exercise Science”.

MECANISMOS INFLAMATÓRIOS LIGANDO A PRÁTICA ESPORTIVA EM ALTA INTENSIDADE E O DESENVOLVIMENTO ÓSSEO ENTRE JOVENS

RESUMO

Introdução: Sabe-se que a prática de exercícios físicos é capaz de induzir respostas no tecido ósseo, como a elevação de concentrações de marcadores bioquímicos do metabolismo, secretados pelos osteoblastos no processo de formação da matriz óssea. Porém, o treinamento em alta intensidade está relacionado com elevadas concentrações de marcadores pró-inflamatórios, os quais podem retardar os processos relacionados ao ganho de massa óssea. **Objetivos:** Comparar o ganho de densidade óssea ao longo de 09 meses de seguimento entre jovens esportistas e seus pares sedentários, bem como identificar o impacto da carga de treinamento e inflamação neste ganho ósseo. **Métodos:** Coorte de 09 meses. A amostra é composta por adolescentes, divididos em grupo esportista (adolescentes engajados em natação e basquetebol) e grupo controle. Foram incluídos os jovens que apresentaram os seguintes critérios de inclusão: i) idade entre 11 e 17 anos; ii) ausência de distúrbios clínicos ou metabólicos; iii) não fazer consumo de qualquer medicamento que possa interferir no metabolismo ósseo; iv) prática de apenas uma modalidade esportiva nos últimos 12 meses; v) envolvimento prévio mínimo de 12 meses na modalidade esportiva; vi) o responsável legal assinar o termo de consentimento livre e esclarecido. Para o grupo controle (com ressalvas aos itens iv e v), foi adicionado o critério: não praticar atividades esportivas regulares nos últimos 12 meses. Os desfechos analisados referem-se à inflamação (PCR). Carga de treinamento, mensurada a partir da utilização de um caderno individual de controle diário, por meio de escala de percepção subjetiva de esforço. Além disso, a composição corporal foi analisada pelo DEXA (absortimetria de raio-x de dupla energia). Logo, também foram considerados fatores de confusão, maturação biológica, idade, hábitos alimentares e sexo. A significância estatística adotada foi de p-valor <0,05. **Resultados Transversais:** Os nadadores apresentaram menor densidade óssea do que o controle, entretanto superiores valores de PCR; Houve uma relação significativa e positiva entre a carga de treino e a massa livre de gordura. Em meninos, a carga de treinamento apresentou correlação negativa com a densidade óssea em membros inferiores ($r = -0,293$ [IC95%: -0,553 a -0,034]). Nas meninas, a carga de treinamento foi negativamente relacionada à DMO nos membros inferiores ($r = 0.563$ [IC95%: -0.770 a -0.356]) e corpo total ($r = -0.409$ [IC95%: -0.609 a -0.209]), independentes da inflamação. **Resultados Longitudinais:** Nadadores e jogadores de basquete apresentaram maiores valores de inflamação (PCR) no início do estudo. A carga de mensal de treinamento foi positivamente relacionada à massa livre de gordura independente dos fatores de confusão, tais como a inflamação, em ambas as modalidades. No entanto, não houve relação negativa entre a carga de treinamento e as mudanças na densidade mineral óssea após o ajuste. **Conclusão:** A carga de treino apresentou relação negativa sobre a densidade óssea dos nadadores de ambos os sexos, independentemente do efeito positivo da MLG na densidade óssea. Entretanto, os ganhos na massa óssea durante o acompanhamento de 9 meses foram semelhantes entre os grupos e a carga do treinamento não influenciou os ganhos de densidade óssea depois de considerar o efeito das covariáveis.

Palavras-chave: Esporte; Adolescentes; Tecido ósseo.

Abstract

Introduction: Physical exercise practice can induce bone mass responses, such as elevation of metabolism biochemical markers, secreted by osteoblasts in the bone matrix formation and calcification process. However, high intensity training is related with elevated pro-inflammatory markers, which can attenuate the process related with bone mass gain. **Objectives:** To compare bone mass/density gain during nine months, as well identify the impact of training load and inflammation in this outcome. **Methods:** Nine months cohort. Sample was composed by adolescents, divided in to groups: sports practitioners (adolescents engaged in swimming and basketball practice) and control group. The adolescents were included in the sample whether present the following inclusion criteria: i) aged 11 to 17 years old; ii) do not present any metabolic disorders; iii) do not consume regular medications for blood pressure and lipid profile control; iv) practice only on sport modality during the last 12 months; v) practice at least 12 months in the current sport modality; vi) signature of consent and clarified term by the tutor. For the control group (with the exception for iv and v items), this last criteria will be added: vii) do not practice any sport modalities during the last 12 months. Inflammation, measured using c-reactive protein (CRP), were the outcomes analyzed. Load training was measured using an individual notebook of daily load control, through the rating of perceived exertion (RPE) and body composition were analyzed using DXA (dual-energy x-ray absorptiometry scanner). Statistical analysis was controlled by confounders, such as biological maturation, age, food intake frequency and sex and were analyzed using the BioEstat software with p-value <0.05. **Cross Sectional Results:** Swimmers had lower bone density than control, however higher CRP values; there was a significant and positive relationship between training load and fat free mass (muscle mass). In boys, the training load presented a negative correlation with bone density in the lower limbs ($r = -0.293$ [95% CI: -0.553 to -0.034]). In girls, the training load was negatively related to BMD in the lower limbs ($r = 0.563$ [95% CI: -0.770 to -0.356]) and total body ($r = -0.409$ [95% CI: -0.609 to -0.209]). **Longitudinal Results:** Swimmers and basketball players presented higher values of inflammation (CRP) at baseline. The monthly training load was positively related to fat free mass independent of the effect of confounding factors, such as inflammation, in both modalities. However, there was no negative relationship between training load and gain of bone mineral density after adjustment. **Conclusion:** The training load had a negative relation on the bone density of swimmers of both sexes, regardless of the positive effect of MLG on bone density. However, gains in bone mass during the 9-month follow-up were similar between groups and the training load did not influence bone mineral density gains after considering the effect of the covariates (inflammation, maturation, age and practice of resistance training).

Keywords: Sport; Adolescence; Bone Tissue

Introdução

A osteoporose atualmente é considerada um problema de saúde pública mundial (VASIKARAN *et al*, 2011) e relacionada com elevados custos econômicos (SVEDBOM *et al*, 2014). Por ser caracterizada como distúrbio metabólico, no qual ocorre a diminuição da massa óssea e deterioração da microestrutura dos ossos trabeculares, resulta, conseqüentemente, no aumento de fraturas, principalmente em idosos (CONSENSUS DEVELOPMENT CONFERENCE, 1993). Estudos transversais e de coorte têm identificado que maiores ganhos de massa óssea durante a infância e adolescência (na qual há a formação de aproximadamente 90% de toda a massa óssea observada na idade adulta) são capazes de diminuir significativamente o risco de desenvolver osteoporose na idade adulta (LIMA *et al*, 2013; NORDSTRON *et al*, 2005; YOUNG *et al*, 1994). Desta forma, torna-se extremamente importante a obtenção de elevados picos de massa óssea durante a infância e adolescência.

Fatores genéticos e hormonais são determinantes no desenvolvimento do esqueleto, cerca de 70% da variação de massa óssea é causada por fatores genéticos (EISMAN, 1999). Porém, outros 30% são influenciados por fatores externos, como nutricionais e a prática de atividade física (estilo de vida do indivíduo). Dentre os fatores nutricionais, destaca-se a ingestão de cálcio. As recomendações para o seu consumo variam de acordo com a idade, sendo significativamente maiores na adolescência, pois leva em consideração que a mesma é o período de maior importância para a sua ingestão (CAMPOS *et al*, 2003). Entretanto, o consumo de cálcio não é suficiente para formação de massa óssea, pois a vitamina D realiza papel importante no processo de reabsorção de cálcio pelo intestino. Em crianças e adolescentes de 7 a 19 anos, a ingestão de

vitamina D está relacionada com maiores valores de densidade mineral óssea total (PEKKINEN *et al*, 2012). No entanto, ainda são necessárias pesquisas para entender melhor a relação entre vitamina D (quantidade/período mais adequado de ingestão) e ganho de massa óssea (WINZENBERG *et al*, 2011).

Em relação à atividade física, a prática de exercícios físicos é capaz de induzir respostas no tecido ósseo, como a elevação de concentrações de marcadores bioquímicos do metabolismo (tais como osteocalcina e fosfatase alcalina), ambos secretados pelos osteoblastos no processo de formação e calcificação da matriz óssea (CADORE *et al*, 2005). Em grande parte, tais respostas são ocasionadas pela ação muscular ocorrida durante a prática de exercício físico, a qual promove elevada carga e tensão sobre a matriz óssea e, assim, altera a mecânica e geometria dos ossos corticais e trabeculares (TENFORDE e FREDERICSON, 2011; SEEMAN, 2002). Estudos transversais e longitudinais sugerem que exercícios físicos realizados de forma regular, em moderada/vigorosa intensidade com presença de saltos, corrida e mudanças rápidas de direção estão relacionados com maior efeito osteogênico em diferentes regiões corporais (QUITERIO *et al*, 2011; HEIDEMANN *et al*, 2013; TENFORDE e FREDERICSON, 2011). Além disso, a literatura ressalta que o ganho de densidade mineral óssea é mais evidente na área óssea que recebe o estímulo diretamente. Tenistas, por exemplo, apresentam maiores acúmulos de massa óssea na porção distal do rádio (DUCHER *et al*, 2006) e jogadores de futebol em membros inferiores, especificamente no fêmur (TENFORDE e FREDERICSON, 2011).

Corroborando com a literatura, o Colégio Americano de Medicina do Esporte em 2004 construiu diretrizes voltadas para prática objetivando a saúde óssea de adolescentes. Segundo as recomendações, as atividades direcionadas deveriam

envolver: (i) Impacto físico (saltos, corrida, mudanças rápidas de direção, etc.); (ii) Intensidade moderada / vigorosa; (iii) Ser praticada por pelo menos três dias na semana; (iv) Com duração mínima de 40 minutos por dia. Entretanto, mesmo a diretriz apresentando recomendações semelhantes às oportunizadas pela prática esportiva, existem controvérsias e falta de comprovações (estudos longitudinais) sobre o real efeito da prática de diferentes modalidades esportivas, no ganho de massa óssea (ACSM, 2004).

Em estudo recente, após corte de 09 meses envolvendo atletas de nível regional, estadual e nacional de diversas modalidades esportivas (voleibol, futebol, judô, caratê e natação), foi possível evidenciar que existe menor ganho de densidade mineral óssea em nadadores (AGOSTINETE *et al*, 2016; AGOSTINETE *et al*, 2017). Esse resultado corrobora com estudos anteriores (FERRY *et al*, 2011; FERRY *et al*, 2013) e, inicialmente, pensou-se, como justificativa para este menor ganho, a ausência de impacto nas atividades realizadas em meio líquido (“hipogravidade”). Porém, neste mesmo estudo (AGOSTINETE *et al*, 2017), análises adicionais identificaram que o volume de treinamento semanal foi significativamente maior entre nadadores (nadadores gastam aproximadamente 17% do tempo acordado treinando) e, dentro desta modalidade esportiva, houve relacionamento inverso entre ganho de massa óssea e volume de treino, indicando que nadadores com maior volume de treino (tempo em minutos demandado à prática da modalidade durante uma semana) apresentaram os menores ganhos de massa óssea ao longo do seguimento.

Segundo revisão sistemática publicada em 2013 (GOMEZ-BRUTON *et al*, 2013), com objetivo de analisar se o tecido ósseo é realmente afetado pela natação, os autores concluíram após considerar 64 estudos envolvendo a prática da

modalidade (transversais, longitudinais, randomizados e não randomizados), que na grande maioria dos estudos, nadadores apresentaram valores semelhantes de densidade mineral óssea comparado com controles, independente do grupo etário (com exceção de idosos). Entretanto, alguns estudos elencados pela revisão também evidenciaram menores valores de densidade mineral óssea nestes grupos de atletas comparados a seus pares sedentários. Da mesma forma, nadadores em geral possuíram maiores valores de marcadores de remodelação óssea (*bone turnover*), todavia não refletindo em maior densidade mineral óssea. Ao considerar a ausência de consenso nos achados, os autores afirmam que novos estudos são necessários considerando fatores de confusão, tais como as rotinas de treinamento do atleta na modalidade (GOMEZ-BRUTON *et al*, 2013).

Diferentemente dos modelos tradicionais de treinamento, a prática esportiva apresenta algumas particularidades. Cada modalidade esportiva apresenta sua característica específica de periodização e mensuração de intensidade e volume de treinamento. A periodização da natação usualmente é determinada por zonas de treinamento (END 1, END 2, END 3 [treinamento de tolerância ao lactato-V1 e Treinamento de Velocidade-v2]) (CAMPOS *et al*, 2014; MAGLISCHO, 1999). Apesar de a modalidade apresentar apenas momentos específicos em uma sessão de treinamento em intensidade elevada (CAMPOS *et al*, 2014), especula-se que o elevado volume diário demandado na modalidade, juntamente com “momentos” em alta intensidade possa interferir no crescimento.

O treinamento em alta intensidade pode estar relacionado com elevadas concentrações de marcadores pró-inflamatórios como PCR (Proteína-C reativa), IL-1 (inter-leucina-1), IL-6 (inter-leucina-6) e TNF- α (fator de necrose tumoral) e, conseqüentemente, diminuição dos valores basais do eixo GH/IGF-1 (fator de

crescimento similar à insulina) derivando em resposta catabólica dos tecidos (NEMET *et al*, 2002). Especificamente em crianças e adolescentes, sabe-se que aqueles que apresentam doenças inflamatórias sistêmicas estão constantemente expostos a elevadas concentrações de PCR (a qual tem sua liberação ligada a outro marcador inflamatório, a IL-6) e têm reduzidas as concentrações basais de IGF-1, fato que pode impactar o crescimento somático dos mesmos (DE BENEDETTI *et al*, 1997).

Por outro lado, não se pode deixar de considerar que a prática de exercícios pode constituir importante agente anti-inflamatório (SABISTON *et al*, 2010) e tem sido largamente recomendada como fator promotor da saúde entre populações pediátricas. Nesse sentido, diante da problemática apresentada, pode-se dizer que não está completamente claro o papel da prática esportiva no crescimento e desenvolvimento do tecido ósseo em jovens atletas, principalmente o efeito do treinamento em alta intensidade. A natação caracteriza-se como um esporte olímpico largamente difundido em todo o mundo, o qual agrega em sua rotina de treinamento momentos nos quais a prática de exercícios físicos é realizada em intensidade elevada (PYNE, 2014). Da mesma forma, não se pode deixar de considerar o efeito da ausência de impacto físico no esqueleto por períodos prolongados de tempo, bem como o papel de fatores extremamente importantes para o crescimento durante a infância e adolescência como a maturação biológica, sexo, idade e ganho de massa muscular.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Comparar o ganho de densidade mineral óssea ao longo de 09 meses de seguimento entre jovens esportistas de modalidades esportivas com contraste mecânico e seus pares sedentários, bem como identificar o impacto da carga de treinamento e fatores de confusão, tais como inflamação neste ganho ósseo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dados transversais

- Comparar valores de PCR entre jovens praticantes de natação, basquete e jovens controles;
- Identificar em modelos multivariados a relação da densidade mineral óssea com o volume de treino, carga de treino, sob o ajuste de importantes fatores de confusão (sexo, idade, massa muscular, maturação biológica e alimentação e inflamação [PCR]).

Dados longitudinais

- Analisar se jovens esportistas e controles apresentam modificações distintas na PCR ao longo do estudo;
- Analisar ao longo do seguimento a relação entre ganho de massa/densidade mineral óssea e modificações na PCR;
- Discriminar por meio de modelos multivariados quais os principais determinantes do ganho de massa/densidade óssea em jovens (PCR, ganho de massa muscular, volume de treino, carga de treino, maturação biológica, sexo e alimentação) e se estes determinantes diferem entre jovens controles e engajados em diferentes modalidades esportivas.

Artigo 1

O impacto da carga de treinamento na densidade mineral óssea de adolescentes nadadores: Uma abordagem utilizando modelos de equação estrutural

Resumo

Proposta: Investigar o papel mediador da massa livre de gordura no relacionamento entre carga de treinamento e densidade mineral óssea (DMO) de adolescentes nadadores. **Métodos:** Estudo de caráter transversal envolvendo 87 adolescentes no grupo controle e 22 adolescentes nadadores com idade entre 10-19 anos (total, n=109). Os nadadores apresentaram ao menos um ano competindo a nível regional e nacional, e os adolescentes do grupo controle reportaram um ano sem envolvimento em esportes. A DMO foi considerada o principal desfecho do estudo (Absortimetria de Raio-x de dupla energia) mensurada em membros superiores, inferiores, coluna e corpo total. A carga mensal de treinamento representou a variável independente, enquanto o efeito da massa livre de gordura foi analisado. Desvios da maturação somática, idade, inflamação e ingestão de vitamina D foram tratados como covariáveis. **Resultados:** Nadadores apresentaram menor densidade óssea que controles; Existiu um relacionamento significativo e positivo entre carga de treinamento e massa livre de gordura. Em meninos, a carga de treinamento apresentou uma correlação negativa com DMO de membros inferiores ($r = -0.293$ [IC95%: -0.553 a -0.034]). Em meninas, a carga de treinamento foi negativamente relacionada com DMO de membros inferiores ($r = 0.563$ [IC95%: -0.770 a -0.356]) e corpo total ($r = -0.409$ [IC95%: -0.609 a -0.209]). **Conclusão:** A carga de treinamento foi negativamente relacionada com a densidade óssea de nadadores de ambos os sexos, independente o efeito positivo da massa livre de gordura na densidade óssea.

Palavras-chave: Natação, tecido ósseo, esporte, puberdade, crescimento.

Introdução

A participação esportiva tem sido considerada como importante manifestação de atividade física em adolescentes e conseqüentemente pode ser considerada uma estratégia eficaz para reduzir o risco de desenvolvimento de doenças crônicas ao longo da vida, incluindo a osteoporose (27,34). Em relação à saúde óssea, ser fisicamente ativo durante a infância, parecer ser uma maneira efetiva de aumentar a densidade mineral óssea e reduzir a prevalência de fraturas relacionadas à osteoporose no futuro (15).

O efeito osteogênico do exercício ocorre através da remodelação óssea causada pelo estresse mecânico, o qual é gerado por forças internas (contrações musculares) e externas (atividade física). Este processo afeta a força e geometria dos ossos corticais e trabeculares, além de estimular a liberação de hormônios relacionados à formação óssea (20,46). Estudos tem mostrado um relacionamento positivo entre esportes de alto impacto e aumento da densidade mineral óssea (DMO), como ginástica (47), futebol (48), voleibol (31) e tênis (32). Entretanto, não é claro o efeito do esporte que envolve exercício em hipogravidade, como a natação, sobre variáveis ósseas.

A natação é um esporte recreativo e competitivo realizado em todo o mundo. Com idade em torno de 10 anos, as crianças geralmente começam a se especializar em um único esporte, objetivando desempenho profissional (8). Desta forma, os jovens que se dedicam à natação tendem a permanecer no esporte durante os primeiros 15 anos de vida, praticando em um ambiente aquático com ausência de impacto mecânico. Quanto às forças internas, há evidências convincentes que ligam positivamente a massa muscular e DMO (46). Nadadores juvenis geralmente apresentam maior massa muscular do que adolescentes sedentários, provavelmente

devido a longas rotinas de treinamento (36). No entanto, essa maior massa muscular em nadadores parece não refletir em maiores valores de DMO (14,38). Assim, a associação entre BMD e ganho de massa muscular permanece obscura e necessita ser investigada.

A literatura científica tem mostrado efeitos adversos da prática prolongada de natação no ganho de massa óssea (1, 14, 38) e a maioria dos estudos especulam que a relação negativa entre natação e o aumento da massa óssea é devido a combinação de exercícios entre realizados em hipogravidade (10, 11, 13) e efeitos catabólicos relacionados a longas rotinas de treinamento. Natação envolve prolongadas rotinas de treinamento (muitas horas diárias) em elevada intensidade (cargas de treino elevadas) (36), o que pode levar a respostas catabólicas no tecido ósseo por meio das vias inflamatórias. (30, 35, 40). Este efeito potencialmente nocivo do treinamento para adolescentes não é completamente compreendido pela literatura e deve ser considerado por treinadores e médicos devido à relevância da formação óssea durante a adolescência.

Com base no pano de fundo acima mencionado, o real impacto da natação na saúde óssea de adolescentes, ainda não está clara (10, 11, 13), principalmente ao considerar que fatores inter-relacionados afetam a formação óssea simultaneamente e diferentemente (massa muscular de forma positiva e rotinas de treinamento negativamente). Desta forma, para entender este complexo fenômeno de forma adequada, é necessário o uso de modelos matemáticos robustos, em vez de métodos tradicionais como a regressão linear. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito mediador da massa livre de gordura sobre a relação entre carga de treinamento e DMO em nadadores adolescentes, usando modelos de equações

estruturais. A hipótese inicial deste estudo identifica que a carga de treinamento afeta a densidade óssea independente da massa livre de gordura.

Métodos

Amostra

O comitê de ética e pesquisa da FCT/UNESP (Presidente Prudente, São Paulo, Brasil) aprovou todos os procedimentos envolvidos neste estudo (Número de Processo 02891112.6.0000.5402).

Pesquisadores vinculados ao Laboratório de Investigação em Exercício (LIVE) realizaram presente estudo, o qual é parte de um estudo de coorte em curso maior iniciado no maior iniciado no primeiro semestre de 2016 (neste manuscrito, apenas os dados de linha de base foram utilizados). Inicialmente, a equipe apresentou os objetivos e possíveis descobertas do estudo ao departamento de educação e esportes de Presidente Prudente, assim os diretores de ambos os departamentos deram autorização formal para iniciar a coleta de dados e, após aprovação formal, diretores e treinadores foram contatados pela equipe de pesquisadores e foram informados sobre procedimentos e coleta de dados. Treinadores, responsáveis e adolescentes assinaram um termo de consentimento por escrito antes de participarem de qualquer avaliação.

O tamanho mínimo de amostra foi estimado levando em consideração um modelo de mediação com três variáveis observadas (sem variável latente), uma correlação mínima de $r = 0.438$ entre o tempo de engajamento em natação e ganhos de densidade mineral óssea (38), um poder estatístico de 80% e um erro alfa de 5%. O tamanho mínimo de amostra para detectar diferenças foi estimado em 22 indivíduos para cada sexo. Como critério de inclusão, adotamos: 10-19 anos de idade, não realizar o uso de medicamentos que possam interferir no metabolismo ósseo e a ausência de fraturas ósseas devido a traumas de baixo impacto.

Como critério de inclusão, adotamos: 10-19 anos de idade, não uso de medicamentos que possam afetar o metabolismo ósseo e a ausência de fraturas ósseas devido a traumas de baixo impacto. Adicionalmente, foi requerido aos nadadores mínimo de um ano de participação em competições a nível regional e nacional e ao grupo controle a ausência de engajamento em esportes organizados durante o último ano. A coleta de dados foi composta em três estágios: Estágio-1 composto de procedimentos éticos da pesquisa (termos de consentimento), Estágio-2 composto pelas coletas na universidade (questionário, antropometria, scanner da densidade óssea e coleta sanguínea) e Estágio-3 composto por procedimentos relacionados a carga de treinamento (somente nadadores).

Após a coleta de dados, a amostra final do estudo foi composta por 109 adolescentes. Grupo controle (GC) por 87 adolescentes (39 meninos e 48 meninas, foram em cinco diferentes escolas do município de presidente prudente [três públicas e duas privadas]) e grupo natação (GN) com 22 adolescentes (15 meninos e 7 meninas) recrutados em um clube de natação do município e regularmente engajados em competições de nível regional e nacional. Conforme relatado pelo treinador, os nadadores apresentaram uma quantidade semanal de treinamento de 1.100 (IC 95%: 942.2 a 1258.6) e um tempo médio anterior de prática na modalidade de 91,6 meses (IC 95%: 76.1 a 107.1). O número médio de dias de treinamento por semana foi de 5.8 (variando de quatro a seis dias) e o tempo médio de treino por sessão foi de 186.8 minutos (IC 95%: 161,9 a 211,6). Os nadadores não estavam envolvidos em nenhum outro esporte, e 15 atletas realizaram treinamento resistido 3-5 vezes por semana com duração variando de 50 a 120 minutos por sessão.

Carga de treinamento

Nadadores relataram a intensidade e volume de cada sessão de treino durante 30 dias consecutivos (considerando dias treinados) (28). A intensidade foi relatada de acordo com a escala de esforço percebido (RPE) (12) e volume em minutos por dia. Os nadadores estavam familiarizados com a escala RPE e foram usados para avaliá-lo durante sessões de treinamento e avaliações específicas (teste de limiar anaeróbio). A carga de treinamento de cada dia foi estimada multiplicando o escore da RPE (relatado após 30 minutos do final do treinamento diário) pelo volume (em minutos- tempo total treinado no dia). A soma de todas as cargas de treinamento somadas por 30 dias resultou na carga mensal de treinamento. Em análises estatísticas, o CG recebeu pontuação “zero” para a carga mensal de treinamento ao considerar que todos os adolescentes não relataram nenhum envolvimento em esportes organizados além da escola durante os 30 dias consecutivos.

Variáveis de composição corporal

A massa gorda (kg), massa livre de gordura (kg) e DMO (g / cm²) foram avaliadas utilizando absorptometria de raios-x de dupla energia (Lunar DPX-NT, General Electric Healthcare, Little Chalfont, Buckinghamshire, Reino Unido) com o software Lunar de GE Medical System (Versão 4.7). Todas as varreduras foram realizadas no laboratório da universidade em uma sala com temperatura controlada, e a precisão da máquina em relação ao coeficiente de variação foi de 0,66% (n = 30 indivíduos não envolvidos neste estudo). As medidas de DXA foram realizadas pela manhã após um café da manhã leve e a qualidade do scanner foi testada por um pesquisador treinado antes de cada dia de análise, seguindo as recomendações do

fabricante. Os participantes usavam roupas leves, sem sapatos e permanecem na posição supina na máquina (aproximadamente 15 minutos). Neste estudo, os valores de DMO foram medidos nos membros superiores, membros inferiores, coluna vertebral e corpo inteiro.

Covariáveis

A idade cronológica foi calculada a partir da data de nascimento e o dia da avaliação. A massa corporal foi medida usando uma balança eletrônica (precisão para 0,1 kg, Filizzola PL 150, modelo Filizzola Ltda, Brasil) e altura usando um estadiômetro fixo (precisão para 0,1 cm; Sanny, modelo American Medical of the Brazil Ltda, Brasil). O comprimento de perna e a altura de tronco foram avaliados utilizando técnicas padronizadas. Um único pesquisador treinado realizou todas as medidas antropométricas e o erro técnico de medição foi de 0,041%, 0,110% e 0,157% para massa corporal, altura e altura de tronco, respectivamente. Essas medidas foram utilizadas para calcular o desvio de maturação, que denota o tempo (em anos) de / para o pico de idade da velocidade de crescimento (APVC), um importante evento maturacional (29). Considerando que a idade predita pelo PVC é influenciada pela idade real no PVC (melhor aplicabilidade do método entre os adolescentes de 12 a 15 anos) (25) e que, em nosso estudo, houve uma grande faixa de idade (10- 19 anos), apenas o desvio de maturação foi utilizada na análise.

Análise Estatística

Estatística descritiva foi composta por média, desvio padrão (DP) e IC 95%. Análise de covariância (ANCOVA) verificou diferenças nos valores de DMO entre Grupo natação e controle, ajustado por covariáveis (idade, APVC, massa livre de

gordura, PCR e score de vitamina D). As medidas de tamanho de efeito nos modelos ANCOVA foram expressadas em valores de eta-squared (ES-r). Modelos de equação estrutural (SEM) estratificados por sexo foram utilizados para analisar o relacionamento entre carga de treinamento (variável exógena) e DMO (variável endógena), analisando o potencial efeito de medicação da massa livre de gordura neste relacionamento. Os modelos de equação estrutural foram simultaneamente ajustado por covariáveis (idade, PCR, vitamina D e desvio na maturação). Os tamanhos de efeito nestes modelos foram expressos seguindo coeficientes padronizados ("r" de correlação e IC 95%). Todas as análises foram realizadas utilizando o software BioEstat (versão 5.0) enquanto os modelos de equação estrutural foram analisados utilizando o Stata (versão 13.0). O nível de significância foi de p-valor <0.05.

RESULTADOS

A amostra em análises transversal (baseline) foi composta por 109 adolescentes de ambos os sexos com idade entre 10 e 19 anos (média de 12.8 anos e IC95%: 12.4 -13.2). Em geral, nadadores eram mais velhos, mais altos, apresentaram avançado estágio de maturação biológica e maior quantidade de massa livre de gordura comparado com grupo controle. Similarmente, em análises sem ajustes foram observados maiores valores de densidade mineral óssea (DMO) em todos os seguimentos corporais e na concentração de Proteína C-Reativa (PCR) em nadadores (**Tabela 1**). Por outro lado, adolescentes do grupo controle reportaram maior consumo de alimentos ricos em vitamina D. Todos os modelos matemáticos multivariados foram ajustados por idade, PCR, Vitamina D e maturação biológica, devido às influências destas variáveis no ganho de massa óssea.

Em modelos multivariados utilizando análise de covariância (ANCOVA), os nadadores apresentaram diferenças desfavoráveis na DMO de membros inferiores (10.1% e 31,6% de toda a variância na DMO explicada pela natação em meninos e meninas, respectivamente) e DMO do corpo inteiro (8,3% e 22,1% de toda a variância em BMD explicada de nadadores do sexo masculino e feminino, respectivamente), em comparação com CG, independente do sexo (**tabela 2**). Não existiu diferença significativa na DMO de membros superiores e coluno ao comparar nadadores com grupo controle.

Em análises não ajustadas, em meninos, a carga mensal de treinamento foi positivamente relacionada com a massa livre de gordura (MLG) (composta quase por totalidade pela massa muscular) ($r= 0.773$; $p\text{-valor}= 0.001$) e com DMO de membros superiores ($r= 0.741$; $p\text{-valor}= 0.001$), inferiores ($r= 0.637$; $p\text{-valor}= 0.001$), coluna ($r= 0.706$; $p\text{-valor}= 0.001$) e corpo total ($r= 0.699$; $p\text{-valor}= 0.001$). Nos

meninos, a MLG foi positivamente relacionada com todas variáveis de DMO (coeficientes de correlação variando de 0.839 a 0.875, com todos os p-valor de 0.001). Entre meninas, a carga mensal de treinamento foi positivamente relacionada com a MLG ($r= 0.436$; p-valor= 0.001) e com DMO de membros superiores ($r= 0.472$; p-valor= 0.001) e coluna ($r= 0.403$; p-valor= 0.003), entretanto o mesmo resultado não ocorreu na DMO de membros inferiores (p-valor=0.742) e corpo total (p-valor=0.114). Nas meninas, a MLG também foi positivamente relacionada com todas variáveis de DMO (coeficiente de variação variando de 0.672 a 0.731), com todos os p-valor de 0.001.

Em análises utilizando modelo de equação estrutural (MEE), nadadores de ambos os sexos mostraram um relacionamento positivo e significativo entre carga de mensal de treinamento e MLG, entretanto este relacionamento foi maior entre meninos do que em meninas ($r= 0.747$ [95%CI: 0.647 a 0.848] para meninos e $r= 0.500$ [95%CI: 0.312 a 0.687] para meninas).

Os relacionamentos entre MLG e DMO permaneceram significativos em ambos os sexos, independentemente da carga de treinamento e co-variáveis (**Figuras 1 e 2, painéis A, B, C e D**). Por outro lado, entre meninos, a carga mensal treinamento apresentou um relacionamento negativo com DMO de membros inferiores ($r= -0.293$ [95%CI: -0.553 a -0.034]) (**Figura 1, painel B**). O mesmo relacionamento entre carga mensal de treinamento e DMO em membros inferiores foi observado em meninas ($r= -0.563$ [95%CI: -0.770 a -0.356]) (**Figura 2, Painel B**), mas com maior magnitude. Entre meninas, ocorreu um relacionamento negativo também entre a DMO de corpo total e carga mensal de treinamento ($r= -0.409$ [95%CI: -0.609 a -0.209]) (**Figura 2, Painel D**)

Tabela 1. Estatística descritiva geral de toda amostra, estratificada pela prática de natação.

Variáveis Independentes	Amostra geral	Natação	Grupo	p-valor
	(n= 109)	(n=22)	Controle (n=87)	
	Média (IC95%)	Média (DP)	Média (DP)	
Meninos /Meninas	54 / 55	15 / 7	39 / 48	---
Idade Cronológica (anos)	12.8 (12.4 a 13.2)	15.6 (1.9)	12.1 (1.5)	0.001
Peso (kg)	54.1 (51.5 a 56.7)	63.1 (11.2)	51.9 (13.4)	0.001
Estatura (cm)	158.1 (154.6 a 161.5)	171.2 (9.1)	154.7 (18.4)	0.001
Maturity offset (anos)	-1.6 (-1.9 a -1.2)	0.7 (1.4)	-2.1 (1.1)	0.001
APVC (anos)	14.4 (14.2 a 14.5)	14.9 (0.8)	14.2 (0.7)	0.001
Massa Livre de Gordura (kg)	35.6 (33.7 a 37.4)	48.6 (10.6)	32.2 (6.3)	0.001
Vitamina D (score)	8.8 (8.0 a 9.6)	4.1 (1.8)	10.1 (3.6)	0.001
PCR (mg/L)*	2.05 (1.60 a 2.50)	3.98 (0.73)	1.60 (2.38)	0.001
Densidade Mineral óssea:				
DXA-Mem. Superiores (g/cm ²)	0.726 (0.703 a 0.749)	0.897 (0.147)	0.689 (0.085)	0.001
DXA-Mem. Inferiores (g/cm ²)	1.126 (1.098 a 1.154)	1.261 (0.179)	1.097 (0.122)	0.001
DXA-Coluna (g/cm ²)	0.957 (0.930 a 0.985)	1.122 (0.144)	0.922 (0.121)	0.001
DXA-Corpo Total (g/cm ²)	1.050 (1.029 a 1.072)	1.165 (0.125)	1.025 (0.093)	0.001
Parâmetros de treinamento				
CMT (CEP x minutos)*	---	15,471 (6203)	---	---
TR (dias/semana) (n= 15)	---	3.6 (0.7)	---	---
TR (min/dia) (n= 15)	---	65.3 (17.2)	---	---

* (em análises estatísticas, variável transformada em log devido à destruição não normal); IC95% (Intervalo de Confiança de 95%); DP (Desvio Padrão); PCR (Proteína C Reativa); TR (treinamento resistido); CMT (carga mensal de treinamento); CEP (Classificação do esforço percebido [escala de borg]).

Tabela 2. Média Estimada de densidade mineral óssea em cada segmento corporal e corpo total ajustado por fatores de confusão (ANCOVA).

Variável	Meninos (n=54)		p-valor *	ES-r	Meninas (n=55)		p-valor*	Es-r
	Natação (n=15) Média (IC95%)	Grupo Controle (n=39) Média (IC95 %)			Natação (n=7) Média (IC95 %)	Grupo Controle (n=48) Média (IC95 %)		
DMO (g/cm ²)								
DXA-Mem. Superiores	0.742 (0.688 a 0.795)	0.754 (0.730 a 0.778)	0.720	0.003 (pequeno)	0.698 (0.649 a 0.746)	0.704 (0.690 a 0.718)	0.820	0.001 (trivial)
DXA-Mem. Inferiores	1.084 (1.008 a 1.159)	1.194 (1.160 a 1.229)	0.028	0.101 (médio)	0.936 (0.867 a 1.004)	1.108 (1.088 a 1.128)	0.001	0.316 (grande)
DXA-Coluna	0.940 (0.868 a 1.012)	0.946 (0.914 a 0.979)	0.891	0.001 (trivial)	0.948 (0.858 a 1.038)	0.973 (0.947 a 0.999)	0.606	0.006 (pequeno)
DXA-Corpo Total	1.014 (0.963 a 1.065)	1.082 (1.058 a 1.105)	0.047	0.083 (médio)	0.939 (0.882 a 0.995)	1.051 (1.034 a 1.067)	0.001	0.221 (grande)

IC95% (Intervalo de confiança de 95%); ES-r (Eta-squared); DXA (dual energy-x-ray absorptiometry); *modelo ajustado por idade, maturity offset, MLG (massa livre de gordura), PCR (Proteína C-Reativa) e escore de Vitamina D.

Figura 1. Relacionamento entre carga de treino e DMO, analisando o potencial efeito mediador da massa livre de gordura, ajustado por co-variáveis em nadadores adolescentes do sexo masculino

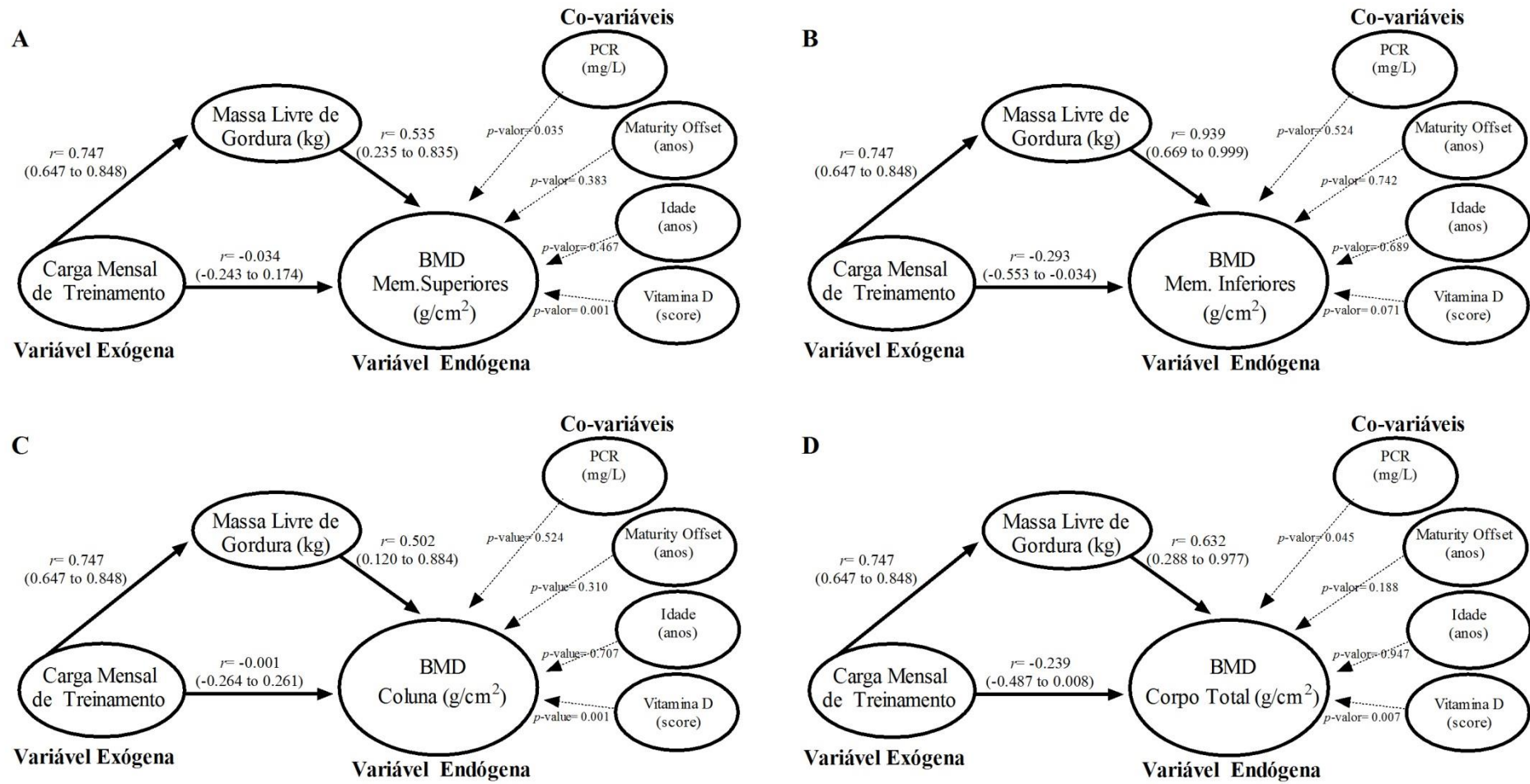
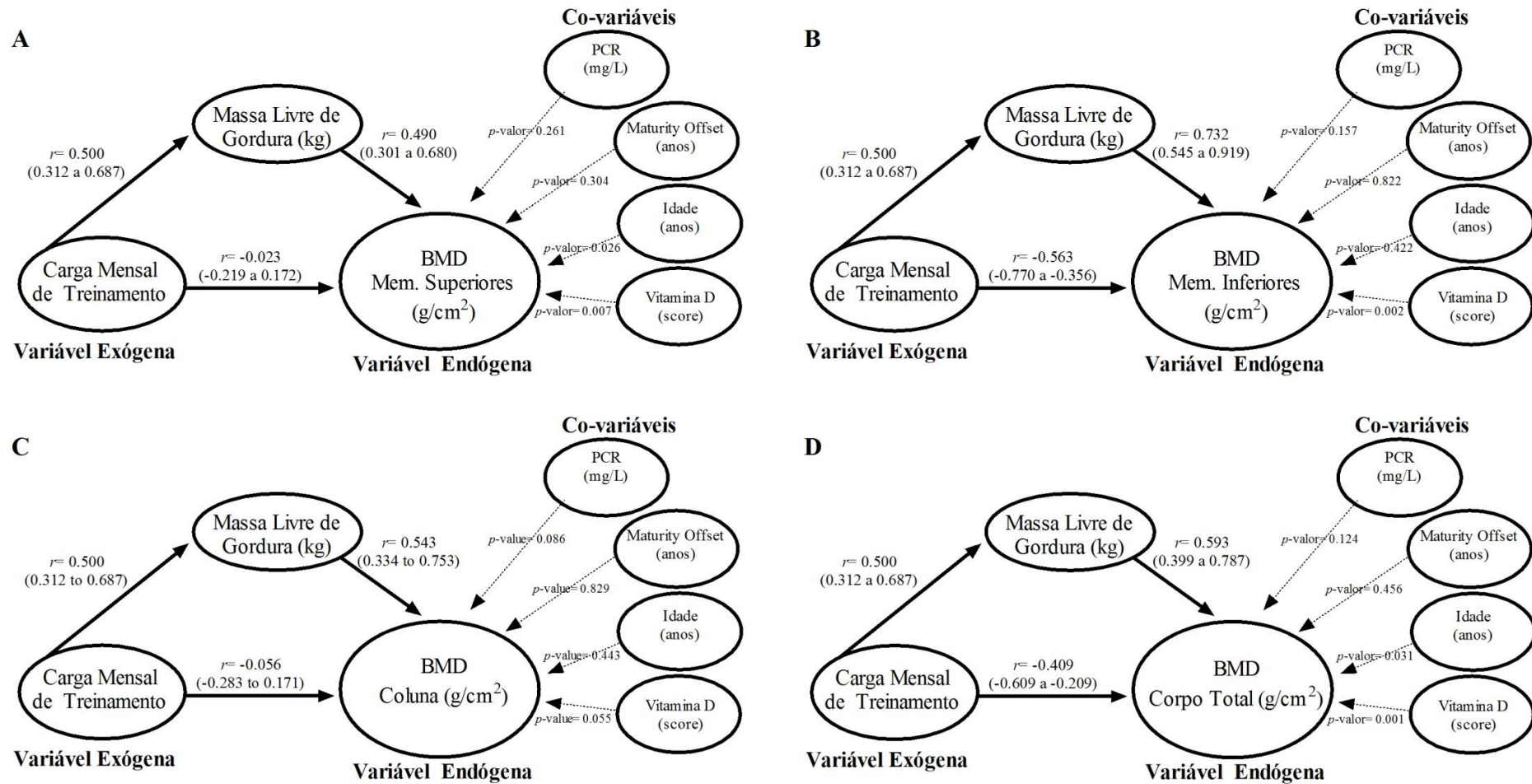


Figura 2. Relacionamento entre carga de treino e DMO, analisando o potencial efeito mediador da massa livre de gordura, ajustado por co-variáveis em nadadores adolescentes do sexo masculino.



Discussão

As análises transversais analisaram o relacionamento entre prática de natação e DMO, verificando o papel da MLG neste fenômeno. Como resultado principal, o estudo mostrou que a carga de treino apresentou um relacionamento negativo com DMO, em ambos os sexos e que este relacionamento não foi mediado pela MLG.

Sabe-se que não somente a participação esportiva é capaz de influenciar a DMO em adolescentes. O período da puberdade é o momento mais eficaz para o ganho de massa óssea durante a juventude. Portanto, adolescentes em estágios avançados de maturação biológica tendem a apresentar maiores valores de DMO (18). No entanto, em nossos achados, após considerar o efeito de fatores de confusão, como idade, APHV (variável de maturação biológica), vitamina D e inflamação, o grupo controle apresentou maior DMO nos membros superiores, membros inferiores e corpo total. Esses achados corroboram com estudos anteriores (14, 38) e nos permitem especular que depois de controlar os fatores de confusão relevantes, os nadadores apresentaram menores valores de DMO que seus pares sedentários e confirmaram os benefícios potenciais da prática de atividades com impacto físico (14).

A relação entre MLG e DMO foi positiva e significativa em ambos os sexos. Esta relação é consistente com a literatura científica (17), podendo ser explicada pelo aumento da carga mecânica ocasionada pelas contrações musculares (37,49), as quais afetam positivamente a resistência óssea. A força que os músculos exercem contra os ossos são influenciada pela quantidade de massa corporal suportada pelos tecidos (ósseo e muscular) (42), o que leva ao relacionamento

positivo entre a massa muscular e os ossos. Portanto, o efeito osteogênico atribuído à participação esportiva é fortemente explicado por este estímulo mecânico criado pelo exercício físico e parece ser essencial para a saúde óssea em todos os períodos da vida e para ambos os sexos (5).

Outro achado das análises mostrou que a carga de treinamento influenciou positivamente a MLG, mas o efeito contrário ocorreu entre a carga de treinamento e DMO nos membros inferiores entre nadadores do sexo masculino e feminino. Essas descobertas podem ser explicadas pela falta de estresse mecânico em atividades sem impacto, uma vez que a natação é um esporte realizado em hipogravidade e não causa estimulação mecânica (1,13,45). Por outro lado, o mesmo padrão não foi observado nos membros superiores, tornando-se plausível a hipótese de que a natação afeta a DMO de forma distinta em cada segmento corporal. Aparentemente, a intensa atividade muscular produzida pelos membros superiores durante a prática de natação auxilia a proteger a estrutura óssea nestes segmentos (43).

Recente estudo (14) encontrou que nadadores possuíam maior DMO nos membros superiores comparados ao grupo controle, sugerindo que o efeito da força muscular contra o esqueleto causado pela prática de natação (combinação de forças de arrasto e elevação para propulsão do nado) (6, 41) seja suficiente para aumentar a DMO. Portanto, é plausível acreditar que a hipogravidade afete negativamente as variáveis ósseas de forma diferente em cada segmento corporal (membros superiores, tronco, coluna e membros inferiores) durante a prática de natação, o que não é extraordinário acreditar ao considerar que diferentes esportes afetam de forma positiva e distinta os membros corporais (1, 13, 38).

Neste estudo, o relacionamento negativo entre a DMO em membros inferiores e carga de treinamento ocorreu independente da inflamação, sugerindo que este

resultado pode ser explicado pela biomecânica dos estilos de nados. Os nadadores competitivos são expostos a altos volumes de treinamento (19, 22, 44) realizando um total de 16000 a 25000 rotações no ombro durante a rotina de treinamento semanal (43), sendo aproximadamente 80% do tempo de prática no estilo livre (crawl) (4). Em relação ao torque, todos os movimentos são redirecionados para os membros superiores no estilo livre, gerando propulsão suficiente para mover o nadador no plano horizontal, enquanto os membros inferiores são responsáveis pela estabilização corporal na água (16). Da mesma forma, outro estudo descreveu que, durante os movimentos de recuperação dos membros superiores, o centro de massa se desloca para a cabeça, alterando a flutuação para os pés, os quais produzem um torque flutuante capaz de elevar as pernas (50).

Os efeitos estabilizadores e flutuantes dos membros inferiores durante a natação podem ser uma interessante explicação para a segunda hipótese para o relacionamento negativo entre a carga de treinamento de DMO, principalmente quando considerado as forças de propulsão nos membros superiores (as quais causam variabilidade nas contrações musculares [excêntricas, concêntricas e isométricas]). A propulsão exercida apenas pelos membros superiores na prática do estilo livre pode explicar nossos resultados sobre DMO de membros inferiores, carga de treinamento e massa muscular. No entanto, entre as atletas do sexo feminino, a relação negativa entre a carga de treino e a DMO também aconteceu em análise de corpo total, o que nos permite entender que o sexo desempenha um papel significativo neste fenômeno (23).

Algumas limitações deste estudo devem ser reconhecidas. Primeiro, o treinamento de natação geralmente é caracterizado por km e com intensidade distribuída entre baixa, moderada e alta (7, 33), levando ao aumento da inflamação

(35) e assim, afetando negativamente a ação dos mediadores anabolizantes/crescimento (GH e IGF-1) (30, 40). No entanto, embora a PCR seja um marcador de inflamação amplamente utilizado na prática clínica, devido sua associação com os desfechos de saúde, a análise de outros marcadores inflamatórios deve ser recomendada, tais como a interleucina-6 (39). A interleucina-6 parece afetar negativamente o eixo GH-IGF-1 (30), bem como a diferenciação de células-tronco em osteoclastos e osteoblastos (39). Portanto, estudos futuros devem procurar outros marcadores inflamatórios para esclarecer esse problema. Em segundo lugar, a vitamina D também foi considerada uma potencial confusão no nosso estudo devido ao seu papel relevante na absorção intestinal de cálcio e fosfato (26).

A ausência de avaliação da ingestão de cálcio é uma grande limitação neste estudo (e um foco para futuros estudos avaliando esta questão em adolescentes) devido ao seu papel na formação óssea. A ampla faixa etária da amostra também é uma limitação ao considerar que a ampla faixa etária nesta amostra envolve uma variação considerável quanto ao tamanho corporal e à composição corporal (24). Além disso, o método de maturação somática empregado no estudo tende a subestimar APHV em amostras mais jovens e a superestimar em mais velhos (25). Portanto, mesmo ajustando o SEM para idade e outros fatores de confusão, é necessário reconhecer essa limitação. O pequeno número de atletas do sexo feminino, afeta a inferência dos achados relacionados ao sexo, mas um número menor de garotas do que os meninos em nível competitivo é uma realidade e, portanto, é necessária cautela na realização de inferências (3, 9). Em quinto lugar, o desenho transversal do estudo é uma limitação porque apenas especula e limita a possibilidade de provar a causalidade, gerando a necessidade de medidas de

seguimento no futuro. Vale ressaltar que estes resultados descrevem os achados iniciais de um estudo de coorte e, no futuro próximo, será possível avaliar esse fenômeno sob uma abordagem longitudinal. Finalmente, estudos futuros devem analisar os efeitos de diferentes estilos de nados (livre, costas, borboleta e peito) nas variáveis ósseas.

Em resumo, carga de treinamento afeta a densidade óssea negativamente, principalmente em membros inferiores entre adolescentes de ambos os sexos, independentemente do positivo efeito da massa muscular neste processo. Esses achados apontam para a perspectiva de que a natação afeta de forma distinta a densidade óssea em diferentes segmentos corporais. Assim, é importante considerar o efeito potencialmente nocivo desse relacionamento negativo, principalmente porque a natação parece não prevenir a ocorrência de fraturas em adolescentes (21).

Portanto, essas descobertas indicam que, para nadadores adolescentes com longos períodos diários de treinamento em um ambiente aquático, incluindo realização de treinamento resistido, possa não ser suficiente para garantir ganhos efetivos de densidade óssea. Neste contexto, os treinadores enfrentam a necessidade de desenvolverem novas estratégias para prevenir futuras consequências nocivas à saúde óssea dos nadadores, como o aumento da prática de exercícios físicos com impacto. Uma abordagem interessante para aumentar a aceitação de exercícios envolvendo força de reação no solo (impacto mecânico) (treinamento funcional envolvendo corridas, ações de salto, corrida, subidas de escadas, paradas e agachamentos) seria elaborar atividades de força de reação no solo visando à melhoria de habilidades (isto é, coordenação e ritmo) com um impacto positivo no desempenho da natação.

Referências

1. Agostinete RR, Lynch KR, Gobbo LA, et al. Basketball Affects Bone Mineral Density Accrual in Boys More Than Swimming and Other Impact Sports: 9-mo Follow-Up. *J Clin Densitom.* 2016; 19:375-381.
2. Akgul S, Kanbur N, Cinemre ŞA, Karabulut E, Derman O. The effect of swimming and type of stroke on bone metabolism in competitive adolescent swimmers: a pilot study. *Turk J Med Sci.* 2015; 45(4):827-832.
3. Basterfield L, Reilly JK, Pearce MS, et al. Longitudinal associations between sports participation, body composition and physical activity from childhood to adolescence. *J Sci Med Sport.* 2015; 18(2):178-182.
4. Beach ML, Whitney SL, Dickoff-Hoffman SA. Relationship of shoulder flexibility, strength, and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992; 16(6):262-268.
5. Bielemann RM, Martinez-Mesa J, Gigante DP. Physical activity during life course and bone mass: a systematic review of methods and findings from cohort studies with young adults. *BMC musculoskelet Disord.* 2013; 14(1):77.
6. Bixler B, Riewald S. Analysis of a swimmer's hand and arm in steady flow conditions using computational fluid dynamics. *J Biomech.* 2002; 35(5):713-717.
7. Campos EZ, Nordsborg NB, Silva ASRd, et al. The response of the lactate minimum test to a 12-week swimming training. *Motriz: Rev. educ. fis.* 2014; 20(3):286-291.
8. Capranica L, Millard-Stafford ML. Youth sport specialization: how to manage competition and training. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011; 6(4):572-579.
9. Faulkner G, Zeglen L, Leatherdale S, Manske S, Stone M. The relationship between school physical activity policy and objectively measured physical activity of

elementary school students: a multilevel model analysis. *Arch Public Health*. 2014; 72(1):20.

10. Ferry B, Duclos M, Burt L, et al. Bone geometry and strength adaptations to physical constraints inherent in different sports: comparison between elite female soccer players and swimmers. *J Bone Miner Metab*. 2011; 29(3):342-351.

11. Ferry B, Lespessailles E, Rochcongar P, Duclos M, Courteix D. Bone health during late adolescence: effects of an 8-month training program on bone geometry in female athletes. *Joint Bone Spine*. 2013; 80(1):57-63.

12. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*. 2001;15(1):109-115.

13. Gomez-Bruton A, Montero-Marín J, González-Agüero A, et al. The Effect of Swimming During Childhood and Adolescence on Bone Mineral Density: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2016; 46(3):365-379.

14. Gómez-Bruton A, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, Matute-Llorente A, Casajús J, Vicente-Rodríguez G. The effects of swimming training on bone tissue in adolescence. *Scand J Med Sci Sports*. 2015; 25(6):e589-e602.

15. Gordon CM. Run, jump, and be merry: how much exercise is needed for building young bones? *J Bone Miner Res*. 2014; 29(6):1322-1324.

16. Gourgoulis V, Boli A, Aggeloussis N, et al. The effect of leg kick on sprint front crawl swimming. *J Sports Sci*. 2014; 32(3):278-289.

17. Ho-Pham LT, Nguyen UD, Nguyen TV. Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: a meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014; 99(1):30-8.

18. Kemper H. Physical activity, physical fitness and bone health. In: Armstrong N, Van Mechelen W, editors. *Paediatric exercise science and medicine*. Oxford: Oxford University Press; 2000, pp. 265-72.
19. Kluemper M, Uhl T, Hazelrigg H. Effect of stretching and strengthening shoulder muscles on forward shoulder posture in competitive swimmers. *J Sport Rehabil*. 2006;15(1):58.
20. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. Physical Activity and Bone Health. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36(11):1985-1896.
21. Lynch, KR., Kemper, HC., Turi-Lynch, B. (2016). Impact sports and bone fractures among adolescents. *J Sports Sci*. 2016; 27:1-6 [Epub ahead of print].
22. Lynch SS, Thigpen CA, Mihalik JP, Prentice WE, Padua D. The effects of an exercise intervention on forward head and rounded shoulder postures in elite swimmers. *Br J Sports Med*. 2010; 44(5):376-381.
23. Magkos F, Kavouras SA, Yannakoulia M, Karipidou M, Sidossi S, Sidossis LS. The bone response to non-weight-bearing exercise is sport-, site-, and sex-specific. *Clin J Sport Med*. 2007; 17(2):123-128.
24. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, Ill: Human Kinetics; 2004.
25. Malina RM, Choh AC, Czerwinski SA, Chumlea WC. Validation of maturity offset in the Fels Longitudinal Study. *Pediatr Exerc Sci*. 2016; 28(3):439-455.
26. Man P, van der Meer I, Lips P, Middelkoop B. Vitamin D status and bone mineral density in the Chinese population: a review. *Arch Osteoporos*. 2016;11(1):1-9.

27. Mantovani AM, Duncan S, Codogno JS, Lima MCS, Fernandes RA. Different Amounts of Physical Activity Measured by Pedometer and the Associations With Health Outcomes in Adults. *J Phys Act Health*. 2016; 13(11):1183-1191.
28. McGuigan MR, Al Dayel A, Tod D, Foster C, Newton RU, Pettigrew S. Use of session rating of perceived exertion for monitoring resistance exercise in children who are overweight or obese. *Pediatr Exerc Sci*. 2008; 20(3):333-341.
29. Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(4):689-94.
30. Nemet D, Oh Y, Kim H-S, Hill M, Cooper DM. Effect of intense exercise on inflammatory cytokines and growth mediators in adolescent boys. *Pediatrics*. 2002; 110(4):681-689.
31. Nikander R, Kannus P, Rantalainen T, Uusi-Rasi K, Heinonen A, Sievänen H. Cross-sectional geometry of weight-bearing tibia in female athletes subjected to different exercise loadings. *Osteoporos Int*. 2010; 21(10):1687-1694.
32. Nikander R, Sievänen H, Heinonen A, Karstila T, Kannus P. Load-specific differences in the structure of femoral neck and tibia between world-class moguls skiers and slalom skiers. *Scand J Med Sci Sports*. 2008; 18(2):145-153.
33. Papoti M, Martins LE, Cunha SA, Zagatto AM, Gobatto CA. Effects of taper on swimming force and swimmer performance after an experimental ten-week training program. *J Strength Cond Res*. 2007; 21(2):538-42.
34. Pate RR, Pratt M, Blair SN, et al. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Jama*. 1995; 273(5):402-407.

35. Pedersen BK, Febbraio M. Muscle-derived interleukin-6—a possible link between skeletal muscle, adipose tissue, liver, and brain. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2005; 19(5):371-376.
36. Pyne DB, Sharp RL. Physical and energy requirements of competitive swimming events. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2014; 24(4):351-359.
37. Rauch F, Schoenau E. The developing bone: slave or master of its cells and molecules? *Pediatr Res*. 2001; 50(3):309-314.
38. Ribeiro-dos-Santos MR, Lynch KR, Agostinete RR, et al. Prolonged Practice of Swimming Is Negatively Related to Bone Mineral Density Gains in Adolescents. *J Bone Metab*. 2016; 23(3):149-155.
39. Rincon M. Interleukin-6: from an inflammatory marker to a target for inflammatory diseases. *Trends Immunol*. 2012; 33(11):571-577.
40. Sabiston CM, Castonguay A, Low NC, et al. Vigorous physical activity and low-grade systemic inflammation in adolescent boys and girls. *Int J Pediatr Obes*. 2010; 5(6):509-515.
41. Schleihauf RE. A hydrodynamic analysis of swimming propulsion. In: Terauds J, Bedingfield EW, editors. *Swimming III*. Baltimore: University Park Press; 1979, 8 pp. 70-109.
42. Schoenau E, Neu M, Manz F. Muscle mass during childhood-relationship to skeletal development. *J Musculoskelet and Neuronal Interact*. 2004; 4(1):105.
43. Scovazzo ML, Browne A, Pink M, Jobe FW, Kerrigan J. The painful shoulder during freestyle swimming An electromyographic cinematographic analysis of twelve muscles. *Am J Sports Med*. 1991; 19(6):577-582.

44. Sein ML, Walton J, Linklater J, et al. Shoulder pain in elite swimmers: primarily due to swim-volume-induced supraspinatus tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2010; 44(2):105-113.
45. Taaffe D, Marcus R. Regional and total body bone mineral density in elite collegiate male swimmers. *J Sports Med Phys Fitness.* 1999; 39(2):154.
46. Tenforde AS, Fredericson M. Influence of sports participation on bone health in the young athlete: a review of the literature. *PM R.* 2011;3(9):861-867.
47. Vicente-Rodriguez G, Dorado C, Ara I, et al. Artistic versus rhythmic gymnastics: effects on bone and muscle mass in young girls. *Int J Sports Med.* 2007; 28(05):386-393.
48. Vicente-Rodriguez G, Jimenez-Ramirez J, Ara I, Serrano-Sanchez J, Dorado C, Calbet J. Enhanced bone mass and physical fitness in prepubescent footballers. *Bone.* 2003; 33(5):853-859.
49. Wu CH, Yao WJ, Lu FH, Yang YC, Wu JS, Chang CJ. Sex differences of body fat distribution and cardiovascular dysmetabolic factors in old age. *Age ageing.* 2001;30(4):331-6.
50. Yanai T. Rotational effect of buoyancy in frontcrawl: does it really cause the legs to sink? *J Biomech.* 2001; 34(2):235-243.

Artigo 2

A influência da carga de treinamento no ganho de densidade óssea de adolescentes do sexo masculino praticantes de basquete e natação: 9-meses de acompanhamento

Proposta: Analisar o ganho de massa óssea durante nove meses de acompanhamento em nadadores e jogadores de basquete, bem como, a influência da carga de treinamento no ganho de densidade mineral óssea e o efeito mediador da massa livre de gordura neste processo. **Métodos:** Estudo longitudinal composto por 52 adolescentes (Grupo Controle, n=22; Natação, n=12 e basquetebol, n=18) com idade entre 10-19 anos. Como critérios de inclusão, os adolescentes do grupo controle reportaram não estar envolvidos em na prática esportiva organizada durante o ano anterior e o grupo de atletas (basquete e natação) apresentaram no mínimo um ano de participação na modalidade a nível competitivo (regional e nacional) sem praticar outros esportes. 1) Variável Dependente: Densidade Mineral Óssea (total e segmentar) mensurada pela absorptiometria de raio-x de dupla energia (DEXA). 2) Variáveis Independentes: Massa Livre de Gordura, também estimada pelo DEXA e carga mensal de treinamento pela multiplicação do volume de treinamento pela intensidade. 3) Covariáveis: Idade cronológica, mudanças no desvio da maturação, mudanças na PCR e prática de treinamento resistido. **Resultados:** A carga mensal de treinamento foi positivamente relacionada com a massa livre de gordura independente dos fatores de confusão em ambas as modalidades. Entretanto, não ocorreu um relacionamento negativo entre carga de treinamento e ganhos de densidade mineral óssea após ajustes. **Conclusão:** Os ganhos de massa óssea durante nove meses foram similares entre os grupos e a carga de treinamento não influenciou o ganho de densidade mineral óssea após considerar o efeito de variáveis de confusão.

Introdução

A adolescência é um período crucial para o crescimento e desenvolvimento do indivíduo, em que ocorrem várias mudanças corporais. Entre os fatores capazes de influenciar este período da vida, a prática de exercício físico tem se mostrado uma importante estratégia para que se obtenha um crescimento e desenvolvimento linear dos tecidos, além de ser um importante agente preventivo de doenças crônicas (1-3). Ao tratar especificamente os tipos de exercício físico, a prática esportiva tem sido amplamente aceita e praticada entre populações pediátricas.

Em relação ao tecido ósseo, a estimulação adequada ocasionada pela prática esportiva em crianças e adolescentes é capaz de potencializar o crescimento vertical dos ossos e aumentar a densidade mineral óssea (DMO) e como consequência, reduzindo a probabilidade de fraturas e doenças causadas pela perda de cálcio (ex: osteoporose)(3). Esta relação positiva entre o exercício e saúde óssea ocorre devido ao exercício gerar um ambiente interno favorável (contração muscular realizada durante a prática) e devido à carga mecânica gerada no contato com solo (4). Como consequência, estes processos geram tensões na matriz óssea e elevam o recrutamento de células responsáveis pela formação óssea (4).

Atualmente, a literatura científica tem explorado o efeito de diferentes esportes na saúde óssea considerando características específicas de treinamento (ambiente [solo ou água], frequência de treino, movimentos, volume e intensidade). Estudos recentes demonstram que determinados esportes causam benefícios diretos no desenvolvimento do tecido ósseo, principalmente aqueles que envolvem elevado impacto mecânico, tais como, futebol (5), basquetebol (6), hockey (7), badminton (7), ginástica (8), voleibol (9) e tênis de campo (10).

Entretanto, existem outros esportes podem afetar o ganho de DMO de forma distinta, especialmente aqueles realizados em hipogravidade, como a natação. A natação é um esporte que pode ser realizado de forma recreacional ou a nível competitivo, contribuindo para o crescimento durante adolescência (11). Por esta razão, entender o real efeito da natação na saúde óssea se torna importante.

Além disso, a participação esportiva durante adolescência em nível competitivo pode envolver um alto volume de treinamento (elevada quantidade de horas treinadas por dia (4,11,12). Estudos tem especulado que altas rotinas de treinamento pode induzir respostas catabólicas no tecido ósseo (através de vias inflamatórias) (13) prejudicando o ganho de DMO. Considerando esta hipótese, um recente estudo analisou o relacionamento entre carga de treinamento e DMO, em que observou que nadadores de ambos os sexos tiveram um relacionamento negativo entre carga de treinamento e DMO de membros inferiores independente da massa livre de gordura e fatores de confusão (14). Entretanto, existem poucos estudos analisando o efeito da carga de treinamento no ganho de DMO ao longo do tempo, bem como seu comportamento em modalidades esportivas com contraste de carga mecânica.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi analisar o ganho de densidade mineral óssea de nadadores e jogadores de basquetebol durante 9 meses de seguimento, bem como a influência da carga de treinamento e fatores de confusão neste processo. Nossa inicial hipótese é que a carga de treinamento afeta de forma distinta o ganho de DMO em nadadores e jogadores de basquete.

Métodos

Este estudo longitudinal foi desenvolvido entre Março e Dezembro de 2016 (9-meses de acompanhamento) por pesquisadores vinculados ao Laboratório de Investigação em Exercício (LIVE), Universidade Estadual Paulista-UNESP (Presidente Prudente, São Paulo, Brasil). Todos os procedimentos realizados neste estudo foram aprovados pelo comitê de ética e pesquisa da mesma universidade (Número de Processo 02891112.6.0000.5402).

Amostra

A amostra do estudo foi recrutada após acordo entre o LIVE e as secretárias de educação e esporte do município de Presidente Prudente. Assim, os adolescentes que estavam devidamente matriculados no ensino básico (três escolas públicas e duas privadas) vinculadas a secretária de educação do município foram convidados para participar deste estudo como grupo controle. Os atletas foram recrutados em duas equipes, representantes da cidade em competições estaduais (basquetebol) e nacionais (natação). Antes de participar de qualquer avaliação, os responsáveis e adolescentes assinaram o termo de consentimento e assentimento, respectivamente.

Em primeiro momento, foi verificado se todos adolescentes preenchiam os critérios de inclusão, sendo: I) Idade entre 10 e 19 anos; II) Sexo masculino; III) Ausência da utilização de medicamentos que afetam o metabolismo ósseo; IV) Ausência de fraturas ósseas de baixo impacto; V) Ausência de alterar clínicas e/ou metabólicas (previamente diagnosticado). Especificamente ao grupo controle, foi considerado o não envolvimento em prática esportiva ou de exercício físico de forma periodizada no último ano e para grupo de atletas foi requerido ao menos um ano de participação na modalidade a nível competitivo.

Após a seleção da amostra, a coleta de dados foi realizada em cinco fases: 1) Assinatura do termo de consentimento; 2) medições (início do estudo) (antropometria, questionários, DEXA e coletas sanguíneas); 3) procedimentos relacionados a carga de treinamento (início do estudo) (apenas nadadores/jogadores de basquete); 4) medições (final do estudo) e 5) procedimentos relacionados a carga de treinamento (final do estudo). Assim, a amostra final do estudo foi composta por 52 adolescentes do sexo masculino. Grupo controle com 22 adolescentes (42.3%), nadadores com 12 adolescentes (23.1%) e basquetebol com 18 adolescentes (34.6%).

Rotina de Treinamento

A quantidade semanal de treinamento dos jogadores de basquete no início do estudo foi 990 minutos (IC 95%: 853.2 a 1127.5), tempo prévio de engajamento na modalidade (início do estudo) foi 51.8 meses (IC 95%: 38.0 a 65.6), a média de dias treinados por semana foi de 5.3 (IC 95%: 4.7 a 5.9) e média de tempo treinados por sessão de 180.3 minutos (IC 95% 169.5 a 191.1). A quantidade semanal de treinamento de nadadores (início do estudo) foi de 1082 minutos (IC 95% 891.4 a 1273.5), engajamento prévio na modalidade (início do estudo) foi de 94.9 meses (IC 95%: 72.5 a 117.2); média de 5.9 dias (IC 95%: 5.7 a 6.1) de dias treinados por semana e média de 182.5 minutos (IC 95%: 151.9 a 213.0) de treinamento por dia. Referente à prática de treinamento resistido, sete jogadores de basquete realizavam treinamento resistido por dois meses anteriores a avaliação (IC 95%: 0.31 a 4.47), e oito nadadores estiveram envolvidos nos últimos 3.6 meses (IC 95%: 0.71 a 6.63).

Antropometria e Maturação Somática

Primeiro, a idade cronológica exata foi calculada considerando o dia de nascimento e data de avaliação. A estatura e altura de tronco foram medidas

utilizando estadiômetro fixo (precisão de 0.1 cm; Sanny no Brasil Ltda, Brasil) (erro técnico de 0.110% para estatura e 0.157% para altura de tronco) e a massa corporal utilizando uma balança eletrônica (precisão de 0.1 kg; modelo Filizzola PL 150, Filizzola Ltda, Brasil) (erro técnico de 0.041%). A subtração da estatura pela altura de tronco estimou o comprimento de perna.

O desvio da maturação (maturity offset) foi calculado utilizando todas as medidas mencionadas acima. Esta fórmula matemática derivada de dois estudos longitudinais (gêmeos belgas e jovens canadenses) previu o tempo (anos) de/para o pico de velocidade de crescimento (APHV), utilizado para determinar a maturação somática (15).

Maturity offset de meninos (em anos) = -9.236

+ (0.0002708 * (comprimento de perna * altura de tronco))

+ (-0.001663 * (idade * comprimento de perna))

+ (0.007216 * (idade * altura de tronco))

+ (0.02292 * (massa corporal/estatura))

Composição Corporal e Variáveis Ósseas

A absorptometria de raio-x de dupla energia (DEXA), Modelo: Lunar DPX-NT; General Electric Healthcare, Little Chalfont, Buckinghamshire, UK with GE Medical System Lunar software (version 4.7) foi utilizada para mensurar a massa gorda (kg), massa livre de gordura (kg) e densidade mineral óssea (DMO-g/cm²), total e segmentar (membros superiores, inferiores e coluna). As análises foram realizadas em uma sala com temperatura controlada (22° C) e com os participantes vestindo roupas leves e em posição supinada. Além disso, todos os procedimentos foram

realizados por um único profissional capacitado, o qual testou a qualidade do aparelho antes de cada dia de análise. O coeficiente de variação da máquina foi 0.66% (n=30 sujeitos não envolvidos no estudo).

Carga de treinamento

A carga de treinamento de ambas modalidades foi analisada durante 30 dias em dois momentos (início do estudo [março] e final do estudo [novembro]). Após 30 minutos de cada sessão de treinamento, os atletas reportaram a intensidade de cada sessão de acordo com a escala subjetiva de esforço, proposta por Borg (1982) e adaptada por Foster (2001) (17) (os atletas de ambas modalidades foram familiarizados com a escala de borg) e o volume de treino por sessão (em minutos). Assim, a carga diária de treinamento foi calculada pela multiplicação da intensidade (escala de borg) pelo volume do exercício (tempo total treinado no dia). Os valores de carga de treinamento diário foram somados e geraram a carga mensal de treinamento.

Consumo de Vitamina D

Um questionário em alimentos ricos em vitamina D (usualmente presente em uma dieta brasileira) foi utilizado para que os adolescentes reportassem a ingestão e frequência alimentar de alimentos específicos (escala Likert) durante a semana antes da avaliação (6). O escore de ingestão de vitamina D foi definido através da soma dos valores gerados pela escala.

Proteína C-Reativa

Proteína C-reativa ultrasensível (PCRus) foi determinada pelo método imunoturbidimétrico, através de um kit enzimático (Millipore, St Charles, MO

[coeficientes inter e intra ensaio com variação entre 4,6 e 6,0%, respectivamente]). A coleta sanguínea foi realizada em um sábado, no período da manhã (12 horas de jejum) após uma semana normal de treinamento (segunda até sexta) no início do estudo (março) e final (novembro) por uma enfermeira capacitada.

Análise Estatística

Média, desvio padrão e intervalo de confiança de 95% (IC 95%) compreenderam a estatística descritiva. Comparações de média entre grupos foram realizadas utilizando análise de variância (ANOVA) e o post hoc de bonferroni foi utilizado quando necessário. As análises de covariância (ANCOVA) foi usada para comparar mudanças absolutas de densidade mineral óssea durante o coorte considerando o efeito da idade, estatura, massa livre de gordura, prática de treinamento resistido, maturação biológica, escore de consumo de vitamina D e variáveis dependentes no início do estudo, similarmente, o post hoc de bonferroni foi aplicado quando necessário. As medidas de tamanho de efeito foram estimadas utilizando a raiz quadrada da proporção do valor F e a diferença entre o valor F ao quadrado e os graus de liberdade. Os coeficientes foram interpretados da seguinte forma: trivial ($r < 0,1$), pequeno ($0,1 > r < 0,3$), moderado ($0,3 > r < 0,5$), grande ($0,5 > r < 0,7$), muito grande ($0,7 > r < 0,9$), quase perfeito ($r > 0,9$) e perfeito ($r = 1$) (18).

O relacionamento entre carga de treinamento e mudanças na DMO, incluindo o potencial efeito mediador da massa livre de gordura, foi analisado utilizando modelos de equação estrutural (SEM). Análises foram realizadas estratificadas por modalidade esportiva e considerando o efeito de covariáveis. Os tamanhos de efeito das análises SEM foram expressados seguindo coeficientes padronizados ("r" de correlação e IC 95%). O software BioEstat (versão 5.0) foi utilizado em análises

ANOVA e ANCOVA, enquanto, o software Stata (versão 13.0) realizou análises SEM. O valor de significância (p-valor) foi <0.05 .

Resultados

Ao final do estudo a amostra foi composta por 52 adolescentes do sexo masculino com idade média de 14.1 anos (IC95%:13.6 a 14.7 e variação entre 12.0/18.7 anos). Análises descritivas no momento inicial do estudo mostraram que jogadores de basquete eram mais altos e mais pesados que nadadores e grupo controle. Além disso, atletas de ambas as modalidades apresentaram maiores valores de massa livre de gordura (MLG) e concentrações de Proteína C-Reativa, bem como, estágios mais avançados de maturação que adolescentes do grupo controle (**Tabela 1**). Em contraste, o grupo controle apresentou maior consumo de alimentos ricos em vitamina D.

Em análises (não ajustadas) da densidade mineral óssea no início do estudo, jogadores de basquetebol apresentaram maior DMO em membros inferiores que nadadores (p-valor=0.025) e grupo controle (p-valor=0.001). Os valores de DMO de membros superiores, coluna e corpo total foram similares entre as modalidades esportivas, entretanto maiores comparados com o grupo controle. A carga mensal de treinamento foi superior em nadadores (p-valor=0.032), mas similar ao transformar em log 10. O número de atletas envolvidos na prática de treinamento resistido foi de 8 (66.7%) no grupo natação e 7 (38.9%) no grupo basquetebol (**tabela 1**).

Nos modelos multivariados (ANCOVA), nós analisamos as modificações na DMO (membros superiores, inferiores, coluna e corpo total [sem contabilizar a cabeça]) ajustado por fatores de confusão (idade cronológica no início do estudo, estatura no início do estudo, massa livre de gordura no início do estudo, prática de treinamento resistido, maturação biológica [início e final do estudo]), escore de ingestão de vitamina D no início do estudo e valor da variável dependente no início

do estudo. Todas as mudanças na DMO (total e segmentar) foram similares entre os três grupos (**tabela 2**).

Em análises utilizando modelos de equações estruturais, sem ajuste, a soma da carga mensal de treinamento (primeiro e último mês da coorte) foi positivamente relacionada com MLG (follow-up) em ambos os sexos, entretanto, mostrou maior expressão nos jogadores de basquetebol ($r = 0.850$ [IC95%: 0.781 a 0.918] versus $r = 0.714$ [IC95%: 0.572 a 0.856]) em nadadores. Não houve relação positiva entre MLG (follow-up) e alterações na DMO em ambos os grupos, enquanto a soma da carga de treinamento mensal apresentou uma relação negativa com as modificações na DMO dos membros inferiores ($r = -0,578$ [IC 95%: - 0,951 a -0,202]), coluna vertebral ($r = -0,578$ [IC 95%: -0,959 a -0,1996]) e corpo inteiro ($r = -0,704$ [95CI: -1,043 a -0,365] em nadadores. A mesma relação aconteceu nos jogadores de basquete na DMO da coluna vertebral ($r = -0,552$ [IC 95%: -1,065 a -0,039]) e corpo total ($r = -0,579$ [IC 95%: -1,101 a -0,058]), todos os relacionamentos ocorreram independentemente da influência da massa muscular (**figuras 1 e 2, painéis A,B,C e D**).

Após os ajustes por co-variáveis, os resultados foram diferentes no modelo de equação estrutural. A soma da carga mensal de treinamento continuou mantendo um relacionamento positivo com a MLG (follow-up) em ambas as modalidades. Os relacionamentos entre MLG e DMO tornaram significativas, independente da carga de treinamento e co-variáveis para DMO da coluna vertebral ($r = 0,446$ [IC 95%: 0,015 a 0,878]) e corpo inteiro ($r = 0,477$ [IC 95%: 0,138 a 0,816]) em nadadores. Bem como, em membros superiores ($r = 0,628$ [IC 95%: 0,144 a 1,1212]) e corpo total ($r = 0,667$ [IC 95%: 0,189 a 1,144]) para jogadores de basquete. Por outro lado,

a relação negativa entre a carga mensal de treinamento e o ganho de DMO (total e segmentar) perdeu significância (**Figuras 3 e 4, Painéis A, B, C e D**).

Tabela 1. Estatística descritiva geral da amostra total estratificada por modalidades esportivas no início do estudo (n=52)

Variáveis Independentes	Grupo Controle (n= 22) Média (DP)	Natação (n=12) Média (DP)	Basquetebol (n=18) Média (DP)	p-valor
Idade cronológica (anos)	12.6 (1.3)	16.0 (1.7) ^a	14.7 (0.8) ^a	0.001
Peso (kg)	58.1 (11.5)	66.4 (9.9)	75.4 (10.0) ^{a,b}	0.001
Estatura (cm)	160.7 (7.9)	175.3 (7.6) ^a	184.4 (7.9) ^{a,b}	0.001
Maturity offset (anos)	-1.5 (0.9)	1.1 (1.2) ^a	0.8 (0.7) ^a	0.001
APVC (anos)	14.2 (0.5)	14.9 (0.9) ^a	13.8 (0.5) ^b	0.001
Massa Livre de Gordura (kg)	36.6 (7.4)	54.1 (6.6) ^a	60.3 (7.2) ^a	0.001
Vitamina D (score)	11.0 (2.6)	4.0 (1.9) ^a	4.6 (2.4) ^a	0.001
PCR (mg/L) #	-0.74 (0.42)	0.58 (0.11) ^a	0.70 (0.13) ^a	0.001
Densidade mineral óssea:				
DXA-Membros Superiores (g/cm ²)	0.726 (0.097)	0.941 (0.124) ^a	0.976 (0.110) ^a	0.001
DXA-Membros Inferiores (g/cm ²)	1.162 (0.124)	1.349 (0.149) ^a	1.500 (0.168) ^{a,b}	0.001
DXA-Coluna (g/cm ²)	0.929 (0.104)	1.139 (0.130) ^a	1.234 (0.154) ^a	0.001
DXA-Corpo total (g/cm ²)	1.055 (0.085)	1.211 (0.101) ^a	1.296 (0.121) ^a	0.001
Parâmetros de Treinamento:				
Carga mensal de treinamento	--	15.993 (5929)	11.580 (4755)	0.032
Carga mensal de treinamento#	--	4.167 (0.20)	4.021 (0.21)	0.073
Treinamento Resistido				
TR (número de atletas)	--	66.7%*	38.9%*	0.007§
TR (meses de prática)	--	3.6 (4.6)	2.3 (4.1)	0.440

#= (variável numérica em transformação logarítmica devido a distribuição não paramétrica); *= valores apresentados como variável quantitativa; §= teste qui-quadrado. a=denota diferença significativa comparado com o grupo controle; b= denota diferença significativa comparado com nadadores; DV (desvio padrão); PCR (Proteína C-Reativa); TR= treinamento resistido.

Tabela2. Aquisição de densidade mineral óssea após 9 meses de acompanhamento em adolescentes engajados na prática de natação e basquete.

DXA-DMO (g/cm ²)	Mudanças em g/cm ²		Teste de Levene <i>p</i> -valor	<i>p</i> -valor	ES-r	Qualitativo
	bruto Média (IC95%)	ajustado Média (IC95%)				
Mem. Superiores			0.034	0.603	0.024	Trivial
Controle (n= 13)	0.039 (0.005 a 0.072)	0.021 (-0.035 a 0.077)				
Natação (n= 19)	0.011 (-0.034 a 0.056)	0.040 (-0.013 a 0.094)				
Basquetebol (n= 12)	0.006 (-0.030 a 0.043)	0.008 (-0.046 a 0.061)				
Mem. Inferiores			0.204	0.250	0.065	Trivial
Controle (n= 13)	0.064 (0.046 a 0.081)	0.031 (-0.001 a 0.063)				
Natação (n= 19)	0.020 (-0.004 a 0.043)	0.036 (0.005 a 0.067)				
Basquetebol (n= 12)	0.037 (0.017 a 0.056)	0.066 (0.035 a 0.096)				
Coluna			0.055	0.639	0.22	Pequeno
Controle (n= 13)	0.068 (0.042 a 0.094)	0.045 (0.001 a 0.090)				
Natação (n= 19)	0.018 (-0.017 a 0.053)	0.023 (-0.019 a 0.065)				
Basquetebol (n= 12)	0.021 (-0.007 a 0.050)	0.046 (0.003 a 0.088)				
Corpo-Total #			0.009	0.652	0.021	Trivial
Controle (n= 13)	0.042 (0.028 a 0.055)	0.030 (0.007 a 0.054)				
Natação (n= 19)	0.013 (-0.005 a 0.032)	0.023 (0.001 a 0.046)				
Basquetebol (n= 12)	0.029 (0.014 a 0.044)	0.036 (0.014 a 0.059)				

#= sem a cabeça; *= ajustado por idade cronológica (início do estudo), estatura (início do estudo), massa livre de gordura, treinamento resistido, maturação biológica (início do estudo e mudanças durante o seguimento), escore de ingestão de vitamina D (início do estudo) e variável dependente no início do estudo. DMO=densidade mineral óssea; IC95%= Intervalo de confiança.

Figura 1. Relacionamento entre carga de treinamento e o ganho de DMO, analisando o potencial efeito da massa livre de gordura em adolescentes nadadores do sexo masculino.

Natação + Grupo Controle

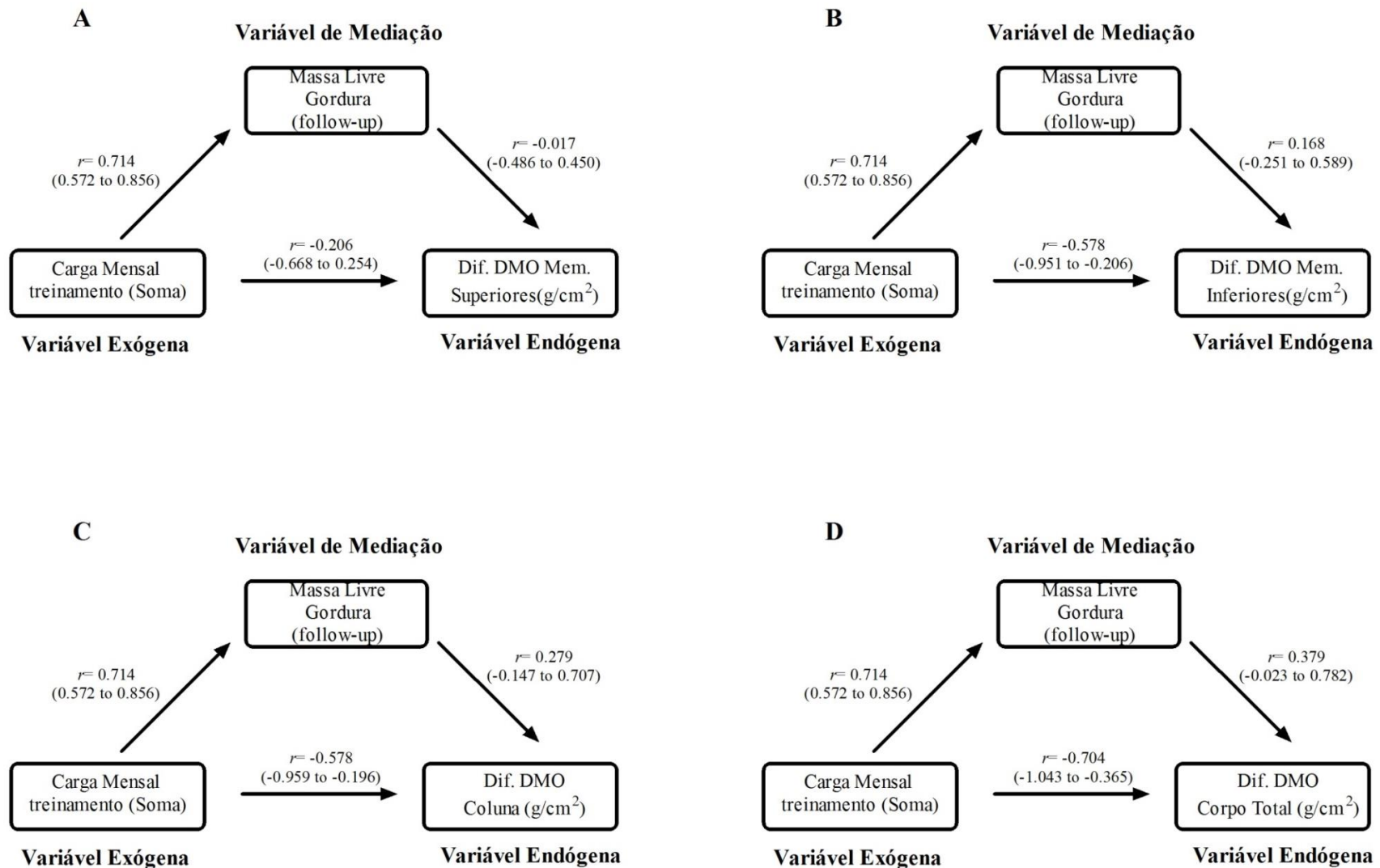


Figura 2. Relacionamento entre carga de treinamento de ganho de DMO, analisando o potencial efeito da massa livre de gordura em adolescentes jogadores de basquete do sexo masculino.

Basquetebol + Grupo Controle

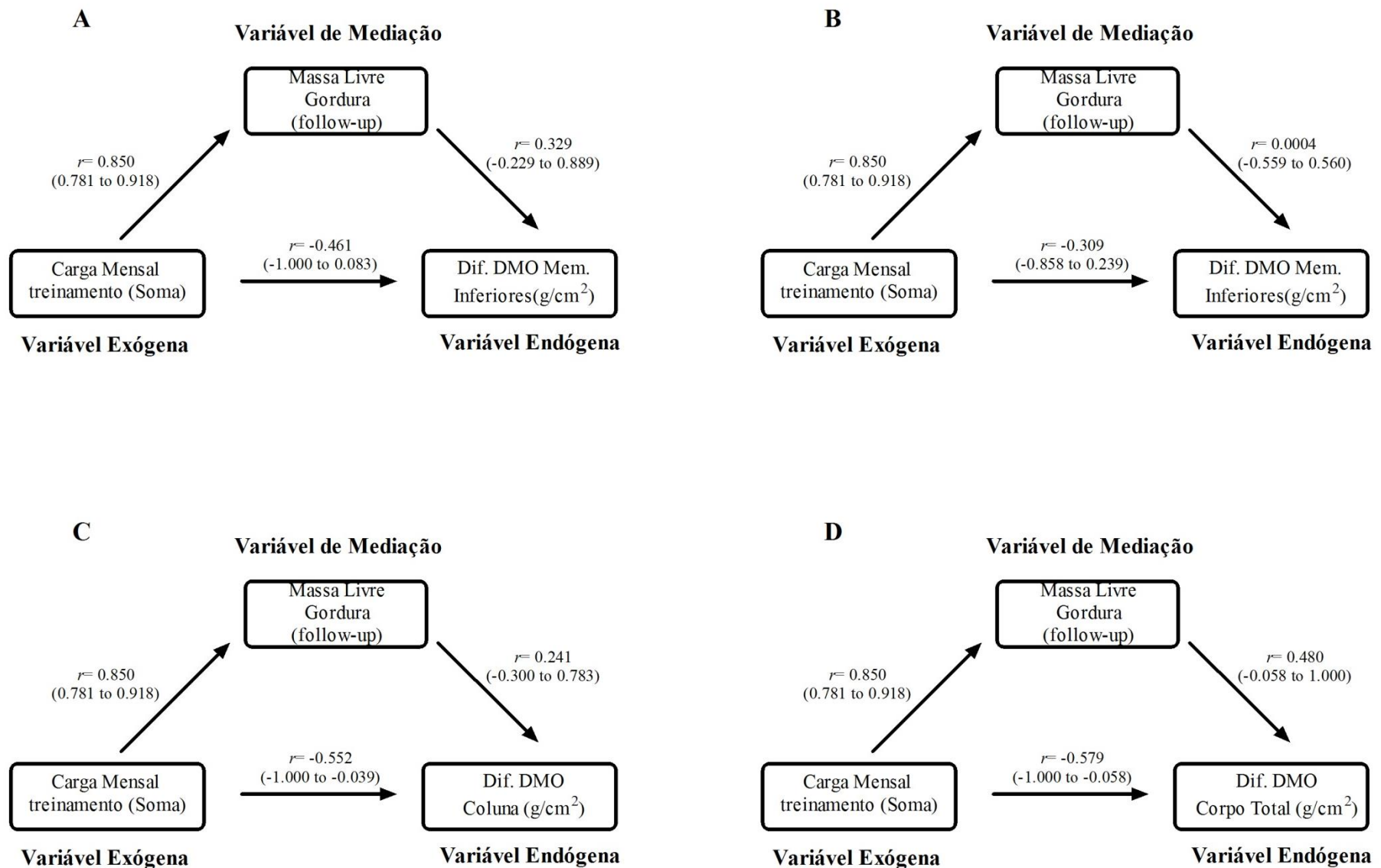


Figura 3. Relacionamento entre carga de treinamento e ganho de DMO, analisando o potencial efeito da massa livre de gordura, ajustado por fatores de confusão em adolescentes nadadores do sexo masculino.

Natação + Grupo Controle

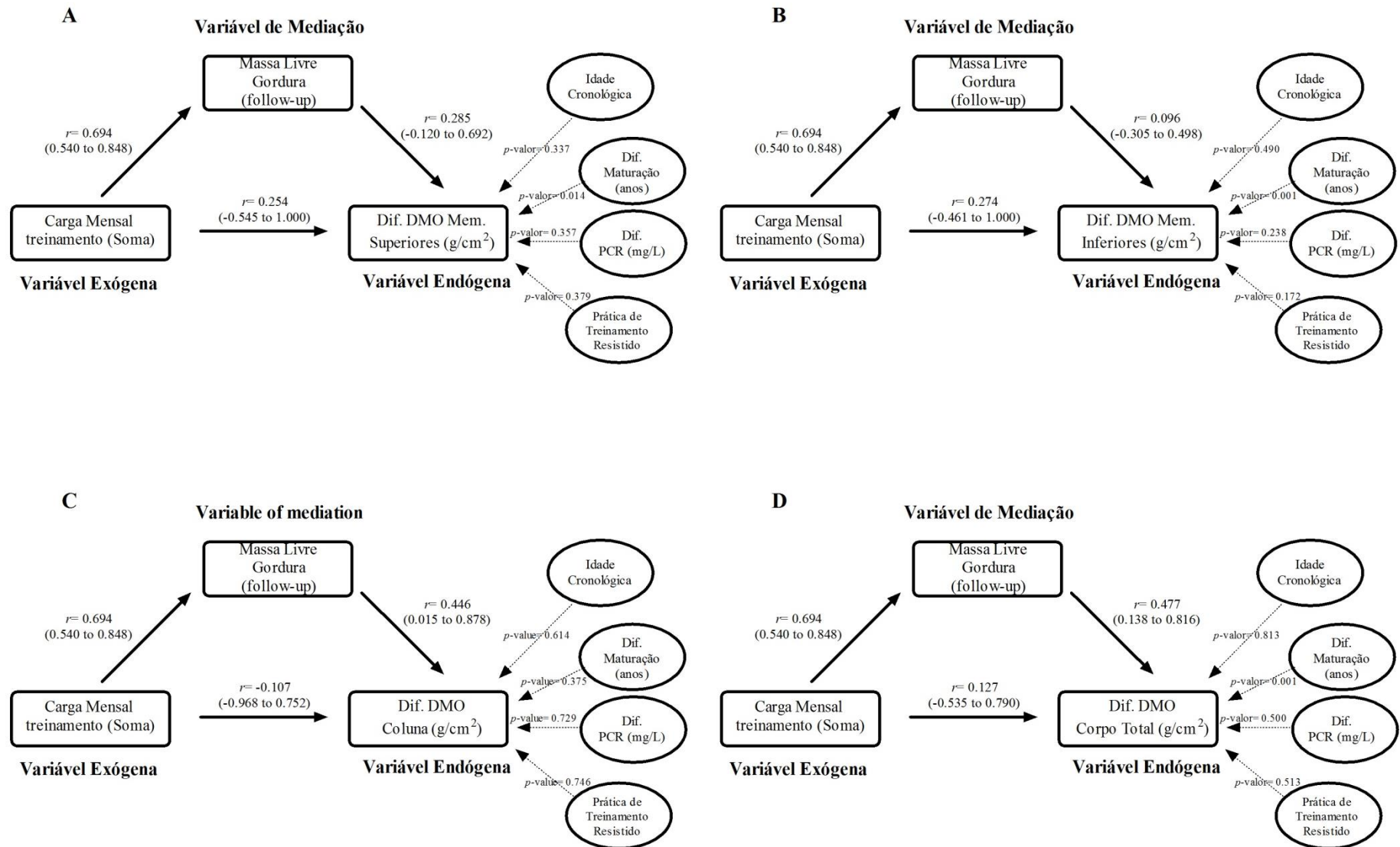
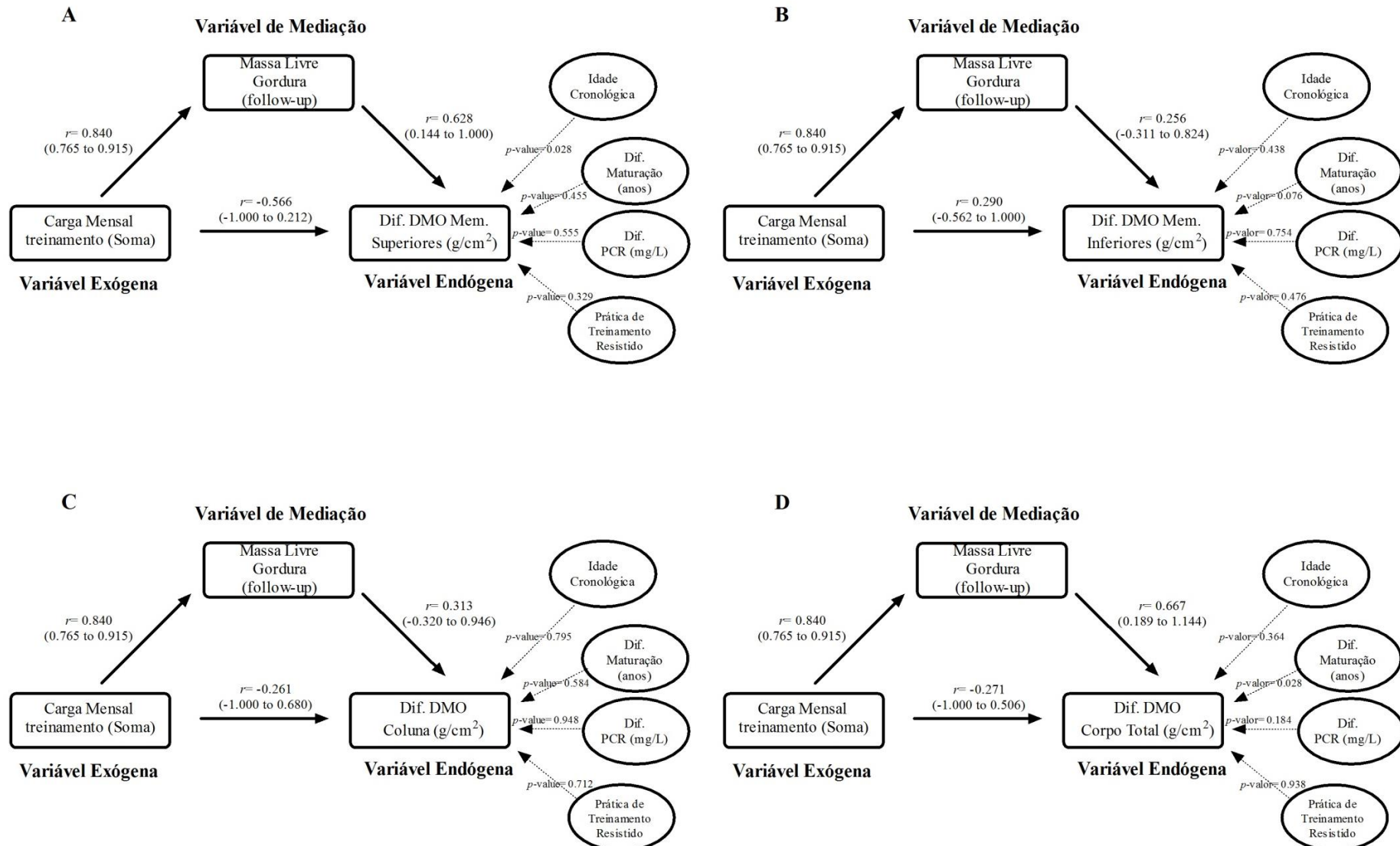


Figura 4. Relacionamento entre carga de treinamento e ganho de DMO, analisando o potencial efeito da massa livre de gordura, ajustado por fatores de confusão em adolescentes jogadores de basquete do sexo masculino.

Basquetebol + Grupo Controle



Discussão

Este estudo longitudinal analisou o efeito de duas diferentes modalidades esportivas (natação e basquetebol) no ganho de densidade mineral óssea, bem como, a influência da carga de treinamento e co-váriaveis neste processo. Os autores encontraram que durante 9 meses de acompanhamento, não existiu diferença no ganho de DMO entre os grupos. Da mesma forma, o relacionamento (ajustado por fatores de confusão) entre carga de treinamento e mudanças na DMO não foi negativo.

Embora a literatura científica enfatize o efeito positivo dos esportes (principalmente exercidos com impacto mecânico) na saúde óssea (19), este estudo de 9 meses de acompanhamento, não apresentou diferenças nos ganhos de DMO entre os grupos. Estes resultados podem ser explicados por três razões. Primeiro, os atletas de ambas as modalidades esportivas apresentavam maiores valores de DMO comparados com grupo controle no início do estudo. Se os adolescentes já possuíam valores elevados de DMO, é comum ganhar menos ao longo do tempo, em comparação com adolescentes com valores de DMO mais baixos. Em segundo lugar, os atletas tinham uma idade média maior, podendo considera-los como adolescentes com maturação biológica avançada, os quais já atingiram elevados picos de concentração de DMO e passar a realizar somente a manutenção da massa óssea (20). Em terceiro lugar, embora estudos já tenham mostrado diferenças nos ganhos de DMO entre praticantes de diferentes esportes e grupo controle em período de 9 meses (6), acredita-se que seja necessário acompanhamentos por períodos mais longos, como observados em outros estudos para que seja possível evidenciar de forma clara o efeito da prática esportiva (20, 21).

Em nossa amostra, os atletas que apresentaram maior carga de treinamento, mostraram maior quantidade de massa livre de gordura no final do estudo, fato que é consistente e corrobora com a literatura em questão. O engajamento na prática de exercícios físicos, no caso pela prática esportiva, é diretamente responsável pelo ganho de massa muscular durante a adolescência (22), confirmando a hipótese de que quanto mais o atleta treina, maior será sua quantidade de massa muscular. Entretanto, quando analisado de forma ajustada o relacionamento entre massa livre de gordura (no final do estudo) com o ganho de DMO ao longo do seguimento, a massa livre de gordura parece influenciar positivamente a DMO de coluna e corpo total em nadadores e em membros superiores e corpo total em jogadores de basquete.

As contrações musculares realizam um papel fundamental no ganho de DMO devido as tensões mecânicas geradas durante os movimentos, as quais elevam o recrutamento de células ósseas (osteoblastos), responsáveis pela formação óssea, modificando a geometria dos ossos trabeculares e corticais (4). Um recente estudo transversal de nosso grupo encontrou um relacionamento positivo entre massa livre de gordura em DMO (membros superiores, inferiores, coluna e corpo total) em adolescentes nadadores de ambos os sexos (14). Desta forma, em nosso estudo os autores especulam que se o numero de atletas envolvidos no estudo fosse maior, este relacionamento poderia ser positivo para todos os segmentos corporais.

Como hipótese inicial, nós acreditávamos que a carga de treinamento apresentaria um efeito distinto na DMO de nadadores e jogadores de basquete. Principalmente ao se considerar que, jogadores de basquete apresentaram menores valores de carga de treinamento e suas rotinas de treinamento incluem corridas, sprints, saltos, saídas e paradas (benéficos para o ganho de DMO) (6, 23). Por outra

lado, nadadores apresentaram maior carga de treinamento (competidores à nível nacional) as quais podem gerar respostas catabólicas no tecido ósseo (13, 24). Entretanto, os resultados mostraram que a carga de treinamento não foi negativamente relacionada com o ganho de DMO em nenhum segmento corporal, independente de fatores de confusão em ambas as modalidades.

No entanto, é importante ressaltar que a ausência de um relacionamento negativo entre o ganho de DMO e a carga de treinamento aconteceu após o ajuste por fatores de confusão (coluna e corpo total em atletas de ambas as modalidades). As mudanças na maturação biológica ao longo do seguimento (fator de confusão aplicado nas análises) influenciaram os ganhos de DMO em membros superiores, membros inferiores e corpo total em nadadores, bem como no ganho de DMO de corpo inteiro em jogadores de basquete, informações estas que poderiam suportar parcialmente nossos resultados. A maturação biológica é um período crucial para o desenvolvimento do esqueleto humano, em que ocorre o pico de velocidade de crescimento (PVC) (25). Estudos identificaram que independente do sexo, os dois anos entre o PVC, -1,0 e + 1,0 (característica dos atletas de nosso estudo) apresentam as maiores concentrações de hormônios relacionados ao crescimento (testosterona, estradiol, GH e fator de Crescimento similar a insulina [IGF-1]), promovendo à saúde óssea (26). Portanto, é possível justificar que a maturação biológica afeitou as modificações na DMO durante o segmento de 9 meses, sem a influência da carga de treinamento.

Os autores reconhecem algumas limitações do estudo. Primeiro, a ausência de meninas na amostra é uma limitação significativa porque as diferenças hormonais e maturacionais são capazes de influenciar os resultados. Em segundo lugar,

considerando que basquete e natação são esportes muito distintos, talvez seja necessário métodos distintos para mensuração da carga de treinamento. O treinamento de natação geralmente é mensurado por quilometragem e a intensidade por zonas de treinamento (baixa, moderada e alta) (27, 28) desta forma, novos estudos considerando esta especificidade da modalidade são importantes. A ausência de outros marcadores de inflamação também deve ser considerada. Embora a PCR seja amplamente utilizada, são necessários marcadores específicos de inflamação relacionados ao processo de remodelação óssea, como IL-6 (24).

Da mesma forma, a ausência de dosagens séricas de cálcio e vitamina D são importantes limitações, ambas apresentam papel fundamental no processo de formação e remodelação óssea pelo tecido e intestino (29). Além disso, futuros estudo deveriam considerar a análise de DMO de acordo com as posições de jogo no basquetebol (armador, ala, líbero e pivo) e nos diferentes estilos da natação (livre, costas, borboleta e peito) são necessários. Os padrões mecânicos específicos realizados em cada posição ou estilo podem afetar a saúde óssea de forma distinta. Finalmente, um maior número de atletas se torna interessante para análises utilizando modelos de equação estrutural.

Em resumo, os ganhos de densidade mineral óssea durante os 9 meses foram similares entre nadadores, jogadores de basquete e grupo controle. Além disso, a carga de treinamento não foi negativamente relacionada com o ganho de DMO segmentar e total, após considerar os efeitos da idade cronológica, mudanças na maturação, mudanças na inflamação (PCR) e prática de treinamento resistido.

Referências

1. World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: WHO Press; 2010; 2010.
2. Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The lancet*. 2012;380(9838):219-29.
3. Vicente-Rodríguez G. How does exercise affect bone development during growth? *Sports Medicine*. 2006;36(7):561-9.
4. Tenforde AS, Fredericson M. Influence of sports participation on bone health in the young athlete: a review of the literature. *PM&R*. 2011;3(9):861-7.
5. Varley I, Hughes DC, Greeves JP, Fraser WD, Sale C. Increased training volume improves bone density and cortical area in adolescent football players. *International Journal of Sports Medicine*. 2017; 38(05): 341-346.
6. Agostinete RR, Lynch KR, Gobbo LA, Lima MCS, Ito IH, Luiz-de-Marco R, et al. Basketball affects bone mineral density accrual in boys more than swimming and other impact sports: 9-mo follow-up. *Journal of Clinical Densitometry*. 2016;19(3):375-81.
7. Nordström A, Högström M, Nordström P. Effects of different types of weight-bearing loading on bone mass and size in young males: a longitudinal study. *Bone*. 2008;42(3):565-71.
8. Vicente-Rodríguez G, Dorado C, Ara I, Perez-Gomez J, Olmedillas H, Delgado-Guerra S, et al. Artistic versus rhythmic gymnastics: effects on bone and muscle mass in young girls. *International journal of sports medicine*. 2007;28(05):386-93.

9. Nikander R, Kannus P, Rantalainen T, Uusi-Rasi K, Heinonen A, Sievänen H. Cross-sectional geometry of weight-bearing tibia in female athletes subjected to different exercise loadings. *Osteoporosis international*. 2010;21(10):1687-94.
10. Nikander R, Sievänen H, Heinonen A, Karstila T, Kannus P. Load-specific differences in the structure of femoral neck and tibia between world-class moguls skiers and slalom skiers. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2008;18(2):145-53.
11. Capranica L, Millard-Stafford ML. Youth sport specialization: how to manage competition and training? *International journal of sports physiology and performance*. 2011;6(4):572-9.
12. Pyne DB, Sharp RL. Physical and energy requirements of competitive swimming events. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2014;24(4):351-9.
13. Nemet D, Oh Y, Kim H-S, Hill M, Cooper DM. Effect of intense exercise on inflammatory cytokines and growth mediators in adolescent boys. *Pediatrics*. 2002;110(4):681-9.
14. Agostinete RR, Maillane SV, Lynch KR, Coelho-e-Silva M, Turi-Lynch B, Campos EZ, et al. The impact of training load on bone mineral density of adolescent swimmers: A structural equation modeling approach. *Pediatric Exercise Science* (SUBMITTED). 2017.
15. Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and science in sports and exercise*. 2002;34(4):689-94.
16. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med sci sports exerc*. 1982;14(5):377-81.

17. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2001;15(1):109-15.
18. Hopkins W, Marshall S, Batterham A, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*. 2009;41(1):3.
19. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. Physical activity and bone health. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004;36(11):1985-96.
20. Ferry B, Lespessailles E, Rochcongar P, Duclos M, Courteix D. Bone health during late adolescence: effects of an 8-month training program on bone geometry in female athletes. *Joint Bone Spine*. 2013;80(1):57-63.
21. Zouch M, Jaffré C, Thomas T, Frère D, Courteix D, Vico L, et al. Long-term soccer practice increases bone mineral content gain in prepubescent boys. *Joint Bone Spine*. 2008;75(1):41-9.
22. Basterfield L, Reilly JK, Pearce MS, Parkinson KN, Adamson AJ, Reilly JJ, et al. Longitudinal associations between sports participation, body composition and physical activity from childhood to adolescence. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2015;18(2):178-82.
23. Yang P, Brüggemann G-P, Rittweger J. What do we currently know from in vivo bone strain measurements in humans? *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*. 2011;11(1):8-20.
24. Rincon M. Interleukin-6: from an inflammatory marker to a target for inflammatory diseases. *Trends in immunology*. 2012;33(11):571-7.
25. Kemper H, Armstrong N, Van Mechelen W. Physical activity, physical fitness and bone health. *Paediatric exercise science and medicine*. 2000:265-72.

26. Cole T, Ahmed M, Preece M, Hindmarsh P, Dunger DB. The relationship between Insulin-like Growth Factor 1, sex steroids and timing of the pubertal growth spurt. *Clinical endocrinology*. 2015;82(6):862-9.
27. Campos EZ, Nordsborg NB, Silva ASRd, Zagatto AM, Gerosa Neto J, Andrade VLd, et al. The response of the lactate minimum test to a 12-week swimming training. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2014;20(3):286-91.
28. Papoti M, Martins LE, Cunha SA, Zagatto AM, Gobatto CA. Effects of taper on swimming force and swimmer performance after an experimental ten-week training program. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2007;21(2):538-42.
29. Duque G, Daly RM, Sanders K, Kiel DP. Vitamin D, bones and muscle: myth versus reality. *Australasian Journal on Ageing*. 2017;36(S1):8-13.

CONCLUSÕES

A carga de treinamento parece afetar negativamente a densidade mineral óssea de membros inferiores entre nadadores de ambos os sexos, independente do efeito da massa livre de gordura e covariáveis (como inflamação). Estes resultados criam a hipótese de que devido à biomecânica do movimento realizada durante o ato de nadar, o efeito da modalidade na saúde óssea ocorra de forma distinta nos segmentos corporais.

Em análises longitudinais é possível concluir que o ganho de densidade mineral óssea foi similar entre os grupos (natação, basquete e controle) durante a coorte de nove meses. Além disso, a carga de treinamento parece não afetar negativamente o ganho de densidade mineral óssea em ambas as modalidades esportivas com contraste mecânico (natação e basquete) após considerar os possíveis efeitos da idade cronológica, mudanças na maturação, alterações na PCR e prática de treinamento resistido.

Referências do Projeto de Pesquisa

- 1- CADORE, E.L; BRENTANO, M.A; KRUEL, L.F. Efeitos da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo. **Rev Bras Med Esporte** [online]. vol.11, n.6, p. 373-379, 2005
- 2-CAMPOS E.Z; et al. The response of the lactate minimum test to a 12-week swimming training. **Motriz: Rev. educ. fis.** Vol.20, n.3, p.286-291,2014.
- 3-CAMPOS, L.M.; et al. Osteoporose na infância e na adolescência. **Jornal de Pediatria.** v.79, n.6, p.481-8, 2003.
- 4-CONSENSUS DEVELOPMENT CONFERENCE: diagnosis prophylaxis and treatment of osteoporosis. **Am J Med.** v.94, p.646–650, 1993.
- 5- DE BENEDETTI F.; et al. Interleukin 6 causes growth impairment in transgenic mice through a decrease in insulin-like growth factor-I. A model for stunted growth in children with chronic inflammation. **J Clin Invest.** v.99, p.643–50, 1997
- 6- DUCHER, G; et al. Short-term and long-term site-specific effects of tennis playing on trabecular and cortical bone at the distal radius. **Journal of bone and mineral metabolism,** v. 24, n. 6, p. 484-490, 2006.
- 7- EISMAN, J.A. Genetics of osteoporosis. **Endocr Rev.** v.20, p.788–804, 1999
- 8- FERRY, B.; et al. Bone geometry and strength adaptations to physical constraints inherent in different sports: comparison between elite female soccer players and swimmers. **Journal of bone and mineral metabolism,** v. 29, n. 3, p. 342-351, 2011
- 9- FERRY, B.; et al. Bone health during late adolescence: effects of an 8-month training program on bone geometry in female athletes. **Joint Bone Spine.** v.80, n.1, p.57-63, 2013.
- 10- GARBER, C. E et al. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine Science Sports and Exercise.** v. 43, n.7, p.1334-59, 2011.
- 11- GÓMEZ-BRUTON, A. t al. Is bone tissue really affected by swimming? A systematic review. **PLoS One,** v. 8, n. 8, p. e70119, 2013.
- 12- HEIDEMANN, M.; et al. The impact on children's bone health of a school-based physical education program and participation in leisure time sports: The Childhood Health, Activity and Motor Performance School (the CHAMPS) study, Denmark. **Preventive Medicine.** v.57, n.2, p.87-91, 2013

- 13-LIMA, M.C.; et al. Estabilidade da prática esportiva durante a infância/adolescência e densidade mineral óssea na idade adulta. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**. v.18, n.4, p.445-452, 2013
- 14-MAGLISCHO, E. W. **Nadando Ainda Mais Rápido**, . São Paulo: Editora Manole. 1º edição 1999.
- 15- NEMET, D.; et al. Effect of intense exercise on inflammatory cytokines and growth mediators in adolescent boys. **Pediatrics**. v.110, n.4, p.681-9, 2002.
- 16- NORDSTROM A.; et al. Bone loss and fracture risk after reduced physical activity. **J Bone Miner Res**. v20, p. 202–07, 2005
- 17- PEKKINEN, M.; et al. Vitamin D is a major determinant of bone mineral density at school age. **PLoS One**. v.7, n.7, p.e40090, 2012.
- 18- POEHLMAN ET, COPELAND KC. Influence of physical activity on insulinlike growth factor I in healthy younger and older men. **J Clin Endocrinol Metab**. v.71, p.1468–1473, 1990
- 19- PYNE, D.B.; SHARP, R.L. Physical and energy requirements of competitive swimming events. **International Journal Sport Nutrition Exercise Metabolism**. v.24, n.4, p.351-9, 2014.
- 20- QUITERIO, A.L.; et al. Skeletal mass in adolescent male athletes and nonathletes: relationships with high-impact sports. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. v.25, n.12, p. 3439-3447, 2011.
- 21- SABISTON, C. M et al. Vigorous physical activity and low-grade systemic inflammation in adolescent boys and girls. **International Journal of Pediatric Obesity**. v.5, n.6, p.509-15, 2010.
- 22- SEEMAN E. An exercise in geometry. **J Bone Miner Res**. v.17, n.2, p.373–80. 2002
- 23- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. III Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose do departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.77, p.1-48, 2001.
- 24- SOUZA, A. M. et al. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**. v.47, n.1, p.190S-9S, 2013.
- 25- SVEDBOM, A.; et al. Epidemiology and economic burden of osteoporosis in Switzerland. **Arch Osteoporos**. v.9, n.2, p.187, 2014

- 26- TENFORDE, A.S.; FREDERICSON, M. Influence of sports participation on bone health in the young athlete: a review of the literature. **Physical Medicine and Rehabilitation**. v.3, n.9, p.861-7, 2011.
- 27- TIRAKITSOONTORN, P.; et al. Fitness, acute exercise, and anabolic and catabolic mediators in cystic fibrosis. **Am J Respir Crit Care Med**. v.164, p.1432–1437, 2001
- 28- VASIKARAN, S.; et al. International Osteoporosis Foundation and International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine position on bone marker standards in osteoporosis. **Clin Chem Lab Med**. v.49, p.1271–1274, 2011.
- 29- WALLACE, L. K. et al. J. The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 23, no. 1, p. 33-38, 2009.
- 30- WINZENBERG, T.M.; et al. Vitamin D supplementation for improving bone mineral density in children. **Sao Paulo Medical Journal**. v.129, n.2, p.276, 2011.
- 31- YOUNG, N.; et al. Bone density at weightbearing and nonweight-bearing sites in ballet dancers: the effects of exercise, hypogonadism, and body weight. **J Clin Endocrinol Metab**. v.78, p. 449–454. 1994.

ANEXOS

ANEXO-I

Laboratório de Investigação em Exercício – LIVE

Cadastro

Nome completo (sem abreviações e letra legível): _____

Data da avaliação: ____/____/____

Data de nascimento: ____/____/____ Idade: _____ Sexo: ()feminino ()masculino

Etnia: () branco () negro () oriental () outros

Ano escolar: () 6º () 7º () 8º () 9º Ensino Médio: () 1º () 2º () 3º

Período: () Manhã () Tarde

Turma: () A () B () C () D () E () F

Modalidade _____ Posição _____ Destro () Canhoto ()

Principal prova: _____

Estilo: _____

Endereço _____

Celular _____ Telefone fixo _____ e-mail: _____

2º Contato

Endereço _____

Celular _____ Telefone fixo _____ e-mail: _____

Altura dos pais (_____ cm) pai (_____ cm) mãe

Avaliação física

Peso: _____ Kg Estatura: _____ cm ATC: _____ cm

PAS: ____/____/____ PAD: ____/____/____ FC: ____/____/____

PERGUNTA AOS PAIS/RESPONSÁVEIS

Qual o peso ao nascer do adolescente? _____ kg

O adolescente nasceu de quantos meses? _____ meses

Idade da mãe durante a gestação? _____ anos

Tempo amamentado apenas com leite materno? _____ meses

Mãe teve diabetes gestacional? Sim () Não ()

Mãe teve hipertensão durante a gestação? Sim () Não ()

Mãe fumou durante a gestação? Sim () Não ()

Se sim, quantos cigarros por dia _____

HÁBITOS ALIMENTARES

Questão 1. Quantos dias da semana você faz as seguintes refeições?				
	Nenhum	1 a 2 dias	3 a 5 dias	Todos os dias
Café da manhã	()	()	()	()
Lanche da manhã	()	()	()	()
Almoço	()	()	()	()
Lanche da tarde	()	()	()	()
Jantar	()	()	()	()
Lanche antes de dormir	()	()	()	()

Durante a última semana você comeu...

1. Banana	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
2. Biscoito doce?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
3. Leite integral?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
4. Bolos?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
5. Bebidas lácteas (leite, iogurte, etc.)?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
6. Milho e outros pratos com milho?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
7. Salgados fritos e assados?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
8. Ovos?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
9. Macarrão?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
10. Doces?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
11. Frango/Aves?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
12. Refrigerantes?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
13. Comidas gordurosas?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
14. Sucos e refrescos?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()
15. Carne bovina?	Não comeu ()	Poucas vezes ()	Quase todos os dias ()

Em uma semana normal (considerando anterior), com qual frequência você consome esses alimentos no seu dia-a-dia?

Salmão	Nunca ()	As vezes ()	Quase todos os dias ()
Sardinha	Nunca ()	As vezes ()	Quase todos os dias ()
Gema do ovo	Nunca ()	As vezes ()	Quase todos os dias ()
Queijo cheddar	Nunca ()	As vezes ()	Quase todos os dias ()
Fígado	Nunca ()	As vezes ()	Quase todos os dias ()
Cogumelo	Nunca ()	As vezes ()	Quase todos os dias ()
Manteiga	Nunca ()	As vezes ()	Quase todos os dias ()
Iogurte desnatado	Nunca ()	As vezes ()	Quase todos os dias ()

(1) Você faz alguma suplementação?

Não () Sim ().

Se sim, qual finalidade? () Crescimento () Ganho de massa muscular () Emagrecimento

Se for atleta, continue respondendo abaixo

(2) Há quanto tempo você pratica esta modalidade esportiva?

Anos: _____ e Meses: _____

(3) A quantidade semanal (horas por semana) de treino:

Quantos dias na semana você treina? _____

Quanto tempo por dia você treina? Horas: _____ Minutos: _____

(4) Você já praticou alguma outra atividade esportiva por mais de doze meses?

Não () Sim ()

Se sim, qual? _____

(5) Você tem praticado/praticou Musculação nesse período? Sim () Não ()

Caso sim: Quanto tempo: _____ meses Geralmente, quantos dias na semana _____

Sobre fratura óssea

(6) Fratura óssea últimos 12 meses? Sim () Não () Data aproximada ___ / ___ / 20__

Causa:

Acidente carro/moto-() Queda/plano-() Queda/descida-() Em escadas/sarjeta ()
Esporte-()

Contato-Sim () ou Não () Como-Competição () ou Treino ()

Lugar: Dedo dos pés (), pés (), tornozelo (), perna (), joelho (), quadril (), tronco (),
dedo das mãos (), mão (), pulso (), braço e antebraço (), cotovelo (), ombro (), outro.
Qual? _____

(6.1) Fratura óssea últimos 12 meses? Sim () Não () Data aproximada ___ / ___ / 20__

Causa:

Acidente carro/moto-() Queda/plano-() Queda/descida-() Em escadas/sarjeta ()
Esporte-()

Contato-Sim () ou Não () Como-Competição () ou Treino ()

Lugar: Dedo dos pés (), pés (), tornozelo (), perna (), joelho (), quadril (), tronco (),
dedo das mãos (), mão (), pulso (), braço e antebraço (), cotovelo (), ombro (), outro.
Qual? _____

ANEXO-II**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Título da Pesquisa: “Análise de Comportamentos de Crianças Durante o Crescimento”

Nome do Pesquisador: Profa. Dda. Suziane Ungari Cayres/ Prof. Ricardo Ribeiro Agostinete.

Nome do Orientador: Prof. Dr. Rômulo Araújo Fernandes.

O seu filho(a) está sendo convidado (a) a participar desta pesquisa que tem como finalidade **identificar a relação da atividade física com a saúde e o crescimento de jovens**. Participarão da pesquisa, adolescentes de ambos os sexos e idade entre 11 e 18 anos. Ao participar deste estudo, o sr(a) permitirá que o seu filho (a): seja entrevistado (preencha questionários), tenha a pressão arterial aferida, peso / estatura medidos, participe de uma coleta sanguínea, exame de ultrassom e uma espécie de radiografia de todos os ossos do corpo realizado na UNESP. Além disso, o jovem utilizará um relógio por um período de sete dias, o qual contará o número de passos dados ao longo do dia. Todas estas avaliações e entrevistas serão realizadas em, no máximo, três dias (máximo 30 minutos por dia) e serão feitas apenas uma vez por ano. Pretende-se acompanhá-lo anualmente. O jovem sob sua responsabilidade tem total liberdade de se recusar a participar do estudo, sem sofrer qualquer tipo de prejuízo. Além disso, sempre que quiser, poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do pesquisador do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.

O (a) sr(a) não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como, nada será pago pela participação do jovem. Os únicos riscos envolvidos na participação deste estudo estão relacionados à possibilidade de desconforto durante a coleta de sangue. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.

Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador e seu orientador terão conhecimento da identidade do jovem e nos comprometemos a mantê-la em sigilo ao publicar os resultados dessa pesquisa. O sr(a) receberá posteriormente os resultados de todos os exames feitos pelo jovem. O pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos, respeitando-se o sigilo das informações coletadas, conforme previsto no item anterior.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre permitindo a participação do jovem sob sua responsabilidade na pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem: Confirmando que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo. Por favor, **não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito**.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa:

Adolescente: _____ DATA: ____ / ____ / 2016

TELEFONE: _____ CELULAR: _____ E-MAIL: _____

Assinaturas:

**Responsável pelo
Participante**

Pesquisador

Orientador

Pesquisador: Profa. Suziane Ungari Cayres **Telefone:** 99738-2349

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Araújo Fernandes **Telefone:** 3229-5712

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa: Profa. Dra. Edna Maria do Carmo

Vice-Coordenadora: Profa. Dra. Renata Maria Coimbra Libório

Telefone do Comitê: 3229-5315 ou 3229-5526

E-mail: cep@fct.unesp.br

ANEXO-III

ROMULO ARAUJO FERNANDES - Pesquisador | V3.0


Cadastros sua sessão expira em: 31 min 01


Público Pesquisador Alterar Meus Dados

DETALHAR NOTIFICAÇÃO

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Prática do voleibol e densidade mineral óssea em jovens da cidade de Presidente Prudente - SP
 Pesquisador Responsável: ROMULO ARAUJO FERNANDES
 Área Temática:
 Versão: 1
 CAAE: 02891112.6.0000.5402
 Submetido em: 07/05/2012
 Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO
 Situação da Versão do Projeto: Aprovado
 Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
 Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO



Comprovante de Receção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_28911

DADOS DA NOTIFICAÇÃO

Tipo de Notificação: Envio de Relatório Parcial
 Detalhe:
 Justificativa: Relatório parcial das atividades.
 Data do Envio: 18/02/2013
 Situação da Notificação: Aprovado

DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 1
 Projeto Completo

Tipo de Documento	Situação	Arquivo	Postagem	Ações

HISTÓRICO DE TRÂMITES