

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - CAMPUS DE
CASCAVEL CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
BIOCIÊNCIAS E SAÚDE – NÍVEL MESTRADO

JOSÉ FERNANDO BAUMGARTNER MACIEL

EFEITOS DO EXERCÍCIO DE ALONGAMENTO MECÂNICO PASSIVO
ESTÁTICO NA MORFOLOGIA DA ARTICULAÇÃO TALOCRURAL DE
RATAS *WISTAR* IDOSAS

CASCAVEL-PR

(Abril/2018)

JOSÉ FERNANDO BAUMGARTNER MACIEL

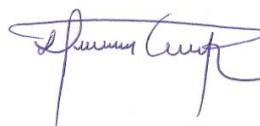
EFEITOS DO EXERCÍCIO DE ALONGAMENTO MECÂNICO PASSIVO
ESTÁTICO NA MORFOLOGIA DA ARTICULAÇÃO TALOCRURAL DE
RATAS *Wistar* IDOSAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Biociências e Saúde – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biociências e Saúde.

Área de concentração: Fatores que Influenciam a Morfofisiologia Orgânica

Orientadora: Prof. Dra. Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro

Co-orientadora: Prof. Dra. Talita Gianello Gnoato Zotz



Assinatura do Orientador(a):

CASCADEL-PR

(Abril/2018)

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Maciel, José Fernando Baumgartner

Efeitos do exercício de alongamento mecânico passivo estático na morfologia da articulação talocrural de ratas wistar idosas / José Fernando Baumgartner Maciel; orientador(a), Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro; coorientador(a), Talita Gianello Gnoato Zotz, 2018.
78 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Biociências e Saúde, 2018.

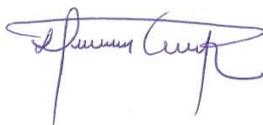
1. Envelhecimento. 2. Exercício Físico . 3. Articulação do Tornozelo. I. Ribeiro, Lucinéia de Fátima Chasko . II. Zotz, Talita Gianello Gnoato . III. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOSÉ FERNANDO BAUMGARTNER MACIEL

EFEITOS DO EXERCÍCIO DE ALONGAMENTO MECÂNICO PASSIVO ESTÁTICO NA MORFOLOGIA DA ARTICULAÇÃO TALOCRURAL DE RATAS *WISTAR* IDOSAS

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Biociências e Saúde e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.



Orientador: Prof. Dr. (a) _____
Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro
UNIOESTE



Prof. Dr. (a) _____
Sônia Maria Marques Gomes Bertolini
CESUMAR



Prof. Dr. (a) _____
Regina Inês Kunz
UNIOESTE

CASCADEL-PR
(Abril/2018)

“Dedico a minha mãe e a minha irmã, que com muito carinho e apoio não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida”.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos aqueles que sempre confiaram em mim.

A minha mãe por ter me dado educação e valores.

A minha Professora e Orientadora Dra. Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro, por ser um exemplo profissional.

A todos os colegas do LABEF (Laboratório de Biologia Estrutural e Funcional) que contribuíram para o estudo.

Ao programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Biociências e Saúde que contribuiu para minha formação.

RESUMO GERAL

As alterações decorrentes do processo de envelhecimento na cartilagem articular podem ser minimizadas pela realização de exercícios, como é o caso do alongamento, utilizado para melhorar o comprimento músculo-tendíneo e a amplitude de movimento articular. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos morfológicos e histomorfométricos de um protocolo de exercício de alongamento mecânico passivo estático, na articulação talocrural de ratas *Wistar* jovens e idosas. A amostra contou inicialmente com trinta e oito animais, divididos aleatoriamente em quatro grupos, sendo: idoso controle (GJC; n = 8); idoso alongado (GJA; n = 10), jovem controle (GIC; n = 10) e jovem alongado (GIA; n = 10). O exercício de alongamento foi realizado no membro pélvico esquerdo e consistiu em uma série de 4 repetições, com duração de 60 segundos cada repetição, e intervalo de 30 segundos entre cada série, três vezes por semana, por três semanas. Após a eutanásia, as articulações foram coletadas, fixadas e seguiram protocolo para emblocamento em parafina. As lâminas foram coradas com hematoxilina-eosina, fotomicrografadas com aumento de quarenta vezes e analisadas com o programa Image Pro Plus 6.0® para os parâmetros morfológicos e histomorfométricos. Os dados histomorfométricos foram analisados com o programa BioEstat 5.0 por meio ANOVA (*Analysis of Variance*) one-way com post hoc de *Tukey*, apresentados em média e desvio-padrão ($p < 0,05$). A análise dos resultados do número de condrócitos não apresentou diferenças estatísticas significativas na tíbia e no tálus, na comparação entre os grupos de animais jovens (GJC – GJA) e idosos (GIC – GIA). Na análise da mensuração da espessura da cartilagem articular foram verificadas diferenças estatísticas significativas na comparação entre os grupos jovens (GJC – GJA; $p < 0,01$), na tíbia e no tálus, sendo que o grupo GJA apresentou maiores valores na espessura da cartilagem articular. Quanto à análise morfológica, os grupos GJC e GJA, apresentaram a cartilagem e a membrana sinovial com características normais. O grupo GIC apresentou os efeitos deletérios do processo de envelhecimento, com invaginação do osso subcondral, floculação e presença de *pannus* recobrando a cartilagem. Na membrana sinovial, foi observado intenso processo inflamatório, com células dispostas em suas camadas e na cavidade articular. Também foram verificados o espessamento e o aumento do número de sinoviócitos da íntima, diminuição do número de células adiposas e aumento de tecido conjuntivo na subíntima. No grupo GIA, os achados morfológicos evidenciaram melhora da disposição dos condrócitos e da membrana sinovial, ficando semelhantes os grupos GJC e GJA. O presente estudo mostra que o protocolo de exercício de alongamento teve efeito benéfico na articulação dos animais jovens e promoveu a melhora das alterações morfológicas decorrentes do envelhecimento na cartilagem articular e principalmente da membrana sinovial na articulação talocrural de ratas idosas.

PALAVRAS-CHAVE: articulação do tornozelo, cartilagem articular, envelhecimento articular, membrana sinovial, mobilidade.

GENERAL ABSTRACT

The changes resulting from the aging process in the articular cartilage can be minimized by performing exercises, such as stretching, used to improve muscle-tendon length and range of joint motion. The aim of this study was to analyze the morphological and histomorphometric effects of an exercise protocol of static passive mechanical stretching in the talocrural joint of young and old Wistar rats. The study initially consisted of thirty-eight animals, randomly divided into four groups: old control (GJC; n = 8), old stretching (GJA; n = 10), young control (GIC; n = 10) and young stretching (GIA; n = 10). The stretching exercise was performed on the left pelvic limb and consisted of a series of 4 repetitions with duration of 60 seconds each repetition, three times a week for three weeks. After euthanasia, the joints were collected, fixed and followed protocol for paraffin embedding. The histological slides were stained with hematoxylin-eosin, photomicrographs with an increase of forty times and analyzed with the program Image Pro Plus 6.0® for the morphological and histomorphometric parameters. The histomorphometric data were analyzed with the program BioEstat 5.0 by ANOVA (*Analysis of Variance*) one-way with *Tukey* post hoc, and presented in mean and standard deviation ($p < 0,05$). The analysis of the results of the chondrocytes number did not present significant statistical differences in tibia and talus, in the comparison between groups of young animals (GJC – GJA) and old animals (GIC – GIA). In the thickness measurement of articular cartilage analysis was verified significant differences in the comparison between the young groups (GJC – GJA; $p < 0,01$), in tibia and talus, being that the GJA group presented higher values in the thickness of the articular cartilage. As for the morphological analysis, the groups GJC and GJA presented cartilage and synovial membrane with normal characteristics. The group GIC presented the deleterious effects of the aging process, with subchondral bone invagination, flocculation and presence of *pannus* covering cartilage. In the synovial membrane, was observed intense inflammatory process with cells arranged in their layers and in the joint cavity. Also were checked the thickening and increase in the synoviocytes number in the intima synovial, decrease in the number of fat cells and presence of connective tissue in the subintima. In the group GIA, the morphological findings showed an improvement in the chondrocytes and synovial membrane, similar to the morphology of the GJC and GJA. The present study shows that the elongation exercise protocol had a beneficial effect on the reversal of the

morphological alterations due to aging, and may maintain or improve the morphology of the articular cartilage and especially of the synovial membrane in the ankle joint of elderly rats.

KEY WORDS: ankle joint, articular cartilage, joint aging, synovial membrane, mobility.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos	19
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
3.1 Envelhecimento.....	20
3.2 Articulação Talocrural.....	21
3.3 Processo de Envelhecimento da Cartilagem.....	29
3.4 Exercício de Alongamento.....	32
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
5 ARTIGO CIENTÍFICO	43
ANEXO A	67
ANEXO B	77
ANEXO C.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Membro inferior vista anterior.....	22
Figura 2: Articulação talocrural, em vista anterior com flexão plantar do pé. B. Esquema da articulação. C. Visão superior do tálus, mostrando a forma da superfície articular.....	23
Figura 3: Ligamentos da articulação talocrural, vista medial, lateral e posterior dos ligamentos.....	24
Figura 4: Esquema de articulação sinovial.....	25
Figura 5: Esquema da cartilagem articular.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS

UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

UFPR – Universidade Federal do Paraná

DPRF – Departamento de Prevenção e Reabilitação em Fisioterapia

LELRF – Laboratório de Estudo das Lesões e Recursos Fisioterapêuticos

LABEF – Laboratório de Biologia Estrutural e Funcional

ONU – Organização das Nações Unidas

CCBS – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

PUCPR – Pontifícia Universidade Católica do Paraná

CEPE – Conselho Nacional de Ética em Pesquisa

CEUA – Comitê de Ética em Utilização Animal

GJC – Grupo de Ratas Jovens Não Alongadas (controle)

GJA – Grupo de Ratas Jovens Alongadas

GIC – Grupo de Ratas Idosas Não Alongadas

GIA – Grupo de Ratas Idosas Alongadas

TCA – Ácido Tricloroacético

μm – Micrômetro

ANOVA – Analysis of Variance

R1 – Região Articular Anterior da Cartilagem Articular

R2 – Região Articular Média da Cartilagem Articular

R3 – Região Articular Posterior da Cartilagem Articular

EQUIPE EXECUTORA

Pesquisador responsável:

José Fernando Baumgartner Maciel. Graduado em Fisioterapia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2013), especialista em Osteopatia pela Escuela Internacional de Osteopatia de Madrid/Espanha, e mestrando em Biociências e Saúde pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE. Formação em Terapia Manual. Possui experiência no tratamento e desenvolvimento de atletas de alto rendimento das modalidades de futebol, remo, lutas, levantamento de peso e fisiculturismo.

Orientadora:

Prof. Dra. Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro. Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (1999), mestrado em Ciências Biológicas (Biologia Celular) pela Universidade Estadual de Maringá (2003) e doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual de Maringá (2007). Atualmente é professora adjunta C da Universidade Estadual do Oeste do Paraná onde atua nos cursos de graduação de Fisioterapia e Medicina, no Programa de Residência em Terapia Intensiva e no Programa de Pós-graduação em Biociências e Saúde. Tem experiência na área de Morfologia, com ênfase em Anatomia, Biologia Celular e Molecular e Citopatologia viral.

Co-Orientadora:

Prof. Dra. Talita Gianello Gnoato Zotz. Possui graduação em Fisioterapia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2008), mestrado em Tecnologia em Saúde pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2011) e doutorado em Atividade Física e Saúde na Universidade Federal do Paraná (2014). Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal do Paraná, atua na Pesquisa e Desenvolvimento no Departamento de Prevenção e Reabilitação em Fisioterapia (DPRF). Possui experiência na área de Fisioterapia e Biologia Molecular, com ênfase em fisioterapia musculoesquelética e fisioterapia neurofuncional. Atua principalmente

nos seguintes temas: adaptação do sistema musculoesquelético ao exercício físico na criança e idoso; estimulação precoce.

Colaboradora:

Prof. Dra Rose Meire Costa Brancalhão. Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá (1987), mestrado em Ciências Biológicas (Biologia Celular) pela Universidade Estadual de Maringá (1990), doutorado em Zoologia pela Universidade Federal do Paraná (1998) e pós-doutorado em Biologia Celular pela Universidade Estadual de Maringá. Atualmente é professora associada nível C da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, onde atua na graduação nos cursos de Ciências Biológicas e Medicina, e na pós-graduação, mestrado em Biociências e Saúde. Trabalha na linha de pesquisa em morfofisiologia e ultra-estrutura animal e ensino de Ciências e Biologia.

Colaboradora:

Prof. Dra. Anna Raquel Silveira Gomes. Possui Graduação em Fisioterapia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUC/PR, Brasil (1997), mestrado em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal do Paraná (2000), doutorado em Ciências Fisiológicas pela Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR (2005) e pos-doutorado na The University of Sydney (2011), Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq. Atualmente é Professora Adjunta II do curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor Litoral e Professora e orientadora do Programa de Mestrado e Doutorado em Educação Física da UFPR. Tem experiência na área de Fisiologia, Morfologia, Biologia Molecular e Biomecânica, na linha de pesquisa: adaptação do músculo esquelético ao exercício tanto em humanos quanto em animais experimentais. Estuda também o processo de osteointegração em animais experimentais. Atua nas seguintes áreas: geriatria, gerontologia, reumatologia, ortopedia e traumatologia.

Colaboradora:

Doutoranda Hilana Rickli Fiuza Martins. Doutorado em andamento no Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFPR. Mestre em Educação Física pela UFPR (2015). Graduação em Fisioterapia pela UNICENTRO (2006). Docente no curso

de Fisioterapia da Faculdade Guairacá e Professora colaboradora na UNICENTRO. Tem experiência na área da Fisioterapia Musculoesquelética e envelhecimento, na linha de pesquisa adaptação do músculo esquelético ao exercício. Atua nas áreas: Fisioterapia musculoesquelética, geriatria, gerontologia, reumatologia e plasticidade muscular.

Colaboradora:

Mestranda Katia Janine Veiga Massenz. Graduada em Fisioterapia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2017), atualmente desenvolve o Mestrado no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Física (PPGDEF), na linha de Atividade Física e Saúde pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Tem experiência na área de Fisioterapia, com ênfase em fisioterapia musculoesquelética.

LOCAL DE REALIZAÇÃO

Laboratório de Biologia Estrutural e Funcional (LABEF) do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Campus de Cascavel, Biotério Central e Laboratório de Cultivo Celular da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR).

1 INTRODUÇÃO GERAL

O envelhecimento faz parte do desenvolvimento humano, caracterizado por alterações funcionais, podendo ser compreendido como evento natural, complexo e multifatorial do organismo, que envolve uma série de variáveis genéticas e morfofisiológicas, sendo modulado pelo ambiente e por alterações psicossociais (DANTAS et al., 2002; FIRMINO, 2006).

A longevidade está relacionada à melhoria e ao maior acesso aos serviços de saúde, e à utilização de meios que facilitam a vida do idoso no cotidiano (DANTAS et al., 2002; IBGE, 2013). No Brasil, houve aumento significativo da expectativa de vida, sendo que o número de pessoas na terceira idade corresponde aproximadamente a 12% da população total, e segundo a Organização mundial da saúde (OMS), em 2025 será o sexto país em número de idosos e em 2050, poderá chegar a 29,36% da população (Organização das nações unidas - ONU, 2013).

Com o crescimento da população idosa, a sociedade precisa se preparar para suprir as necessidades deste segmento, que gera grande demanda para os serviços de saúde (PEREIRA; REIS, 2005; ALTER, 2010), pois a vida na senilidade traz consigo desafios que influenciam na interação social e econômica do idoso (DANTAS et al., 2002), além de cuidados e de maior atenção que o indivíduo necessita dos familiares e instituições. A debilidade física e motora são os impasses mais comuns entre este grupo populacional (FONTINELE, 2007).

No envelhecimento, o corpo passa por alterações nas funções fisiológicas e mentais, causando a perda progressiva da capacidade de manter a homeostase de todas as funções fisiológicas, comprometendo os sistemas endócrino, nervoso, imunológico, muscular e articular (DANTAS et al., 2002; FIRMINO, 2006).

Dentre as principais disfunções musculoesqueléticas, destacam-se a diminuição da amplitude dos movimentos articulares e a perda progressiva da flexibilidade, causadas muitas vezes pela privação de hormônios que auxiliam na manutenção dos componentes das articulações sinoviais, como é o caso do estrógeno (FONTINELE, 2007; BRAGGION et al., 2016).

A amplitude de movimento das articulações sinoviais está ligada à funcionalidade e aos aspectos anatômicos de seus componentes, entre eles a cartilagem articular e o líquido sinovial, estruturas que evitam o atrito e o desgaste

das superfícies articulares em contato (MIRANDA, 2001; RASCH, 2012). Além disso, suas principais células, os condrócitos, são estresse-dependentes, pois são necessários estímulos mecânicos para estimular a sua produção e a manutenção dos componentes articulares, mantendo assim o bom funcionamento da cartilagem (LOTZ; CARAMÉS, 2012).

Segundo Luria e Chu (2014), o sedentarismo, fato comum em pessoas idosas, contribui para a degeneração da cartilagem articular, provocando alterações nas articulações que podem causar dor ao realizar movimentos, gerando, conseqüentemente, um ciclo vicioso, pois quanto menos movimentos são realizados, menor os estímulos mecânicos gerados, ocasionando alterações deletérias nas articulações, como a diminuição da síntese e do número de células, a nutrição sinovial e reparação da cartilagem articular.

Na tentativa de minimizar ou de reverter esses eventos prejudiciais causados pelo envelhecimento nas articulações, estudos vêm sendo conduzidos a fim de se estabelecerem protocolos de exercícios físicos que sejam capazes de auxiliar na manutenção dos componentes articulares, favorecendo o aumento da flexibilidade do idoso (ALTER, 2010). De acordo com Matsudo (2009), a atividade física regular tem um papel fundamental na prevenção e no controle de doenças crônicas do envelhecimento, sendo importante a sua realização para a adoção de um estilo de vida ativo, tornando menos impactante as alterações articulares decorrentes do envelhecimento. Dentre os exercícios físicos está o alongamento muscular, que auxilia no aumento e na manutenção da amplitude articular, diminuindo a limitação mecânica do idoso e, conseqüentemente, o número de acidentes na terceira idade (GALLON, 2011).

Segundo Alter (2010), a movimentação do idoso pode ser melhorada com uma rotina de alongamento controlada, em que são utilizadas técnicas apropriadas, que podem reduzir a rigidez articular, minimizar as chances de ocorrer distensões musculares, prevenir ou aliviar dores e manter o equilíbrio, melhorando assim a sua mobilidade, visando obter benefícios e uma melhora na qualidade de vida.

No entanto, poucos trabalhos foram desenvolvidos para analisar os efeitos morfológicos do exercício de alongamento nas articulações sinoviais em modelos de envelhecimento natural (RENNER et al., 2006; GALLON, 2011). Dessa forma, o presente estudo investigou os efeitos morfológicos do exercício de alongamento mecânico passivo estático, na articulação talocrural de ratas *Wistar* idosas, com a

finalidade de oferecer informações dos eventos causados por esta modalidade terapêutica na prevenção ou no tratamento das desordens articulares no processo de envelhecimento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os efeitos do alongamento mecânico passivo estático na morfologia e na histomorfometria da articulação talocrural de ratas *Wistar* jovens e idosas.

2.2 Objetivos Específicos

Verificar os efeitos do alongamento na articulação talocrural sobre:

- Número de condrócitos da cartilagem articular;
- Espessura da cartilagem articular;
- Aspectos morfológicos da cartilagem articular e da membrana sinovial.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Envelhecimento

O aumento da população idosa mundial é um dos fenômenos sociais mais importantes que reflete alteração no cenário epidemiológico e demográfico, demonstrando mudanças socioculturais, econômicas e nas relações familiares (ARAUJO, 2004). O crescimento deste segmento da população e o aumento da expectativa de vida no cenário mundial despertam a atenção para desafios a serem enfrentados, sendo necessário delinear novas estratégias, para que os serviços especializados possam atender a esta demanda crescente e prestar cuidados e apoio aos idosos (DANTAS et al., 2002; ONU, 2013).

De acordo com a previsão descrita no relatório da Organização das Nações Unidas – ONU, publicado em 2013, a expectativa da longevidade média geral da população mundial será de 76 anos entre 2045-2050, e de 82 anos em 2095-2100, com informações baseadas em dados demográficos de 233 regiões do mundo (ONU, 2013).

Na América Latina e Caribe, houve redução da taxa de natalidade e aumento da longevidade. Entre 1950-1955, a expectativa média de vida era de 55,7 anos, passando em 2010-2015 para quase 75 anos (MILLER; CASTANHEIRA, 2013). No Brasil, a população de idosos dobrou nos últimos 20 anos, e estima-se que pode duplicar nas próximas décadas (ONU, 2014). Sendo assim, há expectativa de que em 2050 chegue a 29,36%, e que supere o número de crianças com menos de 15 anos de idade (BRASIL, 2006; IBGE, 2013).

Esses fenômenos podem estar relacionados a vários fatores, entre eles a concessão de pensões, que melhoram o padrão de vida e o acesso aos programas de saúde, favorecendo o aumento da população senil (MILLER; CASTANHEIRA, 2013).

Neste contexto, o envelhecimento pode ser compreendido como um processo natural, complexo e multifatorial, que submete o organismo a diversas alterações anatômicas e funcionais, envolvendo uma série de variáveis desde

fatores genéticos e morfofisiológicos, sendo modulado pelo ambiente e por modificações psicossociais (DANTAS et al., 2002).

Com o envelhecimento, o corpo passa por alterações nas funções fisiológicas e mentais, o que causa a perda progressiva da capacidade de manter a homeostase de todas as funções fisiológicas, comprometendo os sistemas endócrino, nervoso, imunológico, muscular e articular (DANTAS et al., 2002; FIRMINO, 2006).

No avanço da idade, devido, a instabilidade articular e a diminuição da força muscular, aumenta o risco de lesões provocadas por acidente no aparelho locomotor levando a limitações progressivas, que originam muitas vezes um processo incapacitante, que pode prejudicar a mobilidade e a funcionalidade do idoso no desempenho das atividades cotidianas, comprometendo sua qualidade de vida (BRASIL, 2006).

As articulações são resistentes ao desgaste pelo uso cíclico. Entretanto, pessoas idosas estão propensas a sofrer lesões, particularmente nas articulações sinoviais. A osteoartrite é uma patologia comum no envelhecimento. Excluindo as causas traumáticas, é o principal motivo de incapacidade física em pessoas acima de 50 anos de idade (MOBASHERI, 2011).

3.2 Articulação Talocrural

Durante a evolução da espécie humana ocorreu uma reorganização ortodinâmica, alterando a mudança para a postura ortostática. O membro inferior se tornou especialmente adaptado para dar sustentação ao peso corporal na postura ereta, manutenção do equilíbrio e locomoção. Organiza-se em três segmentos articulares: articulações do quadril, joelho e talocrural (Figura 1) (GOSS, 1988; SNELL, 1999; NETO, 2006; RASCH, 2012).

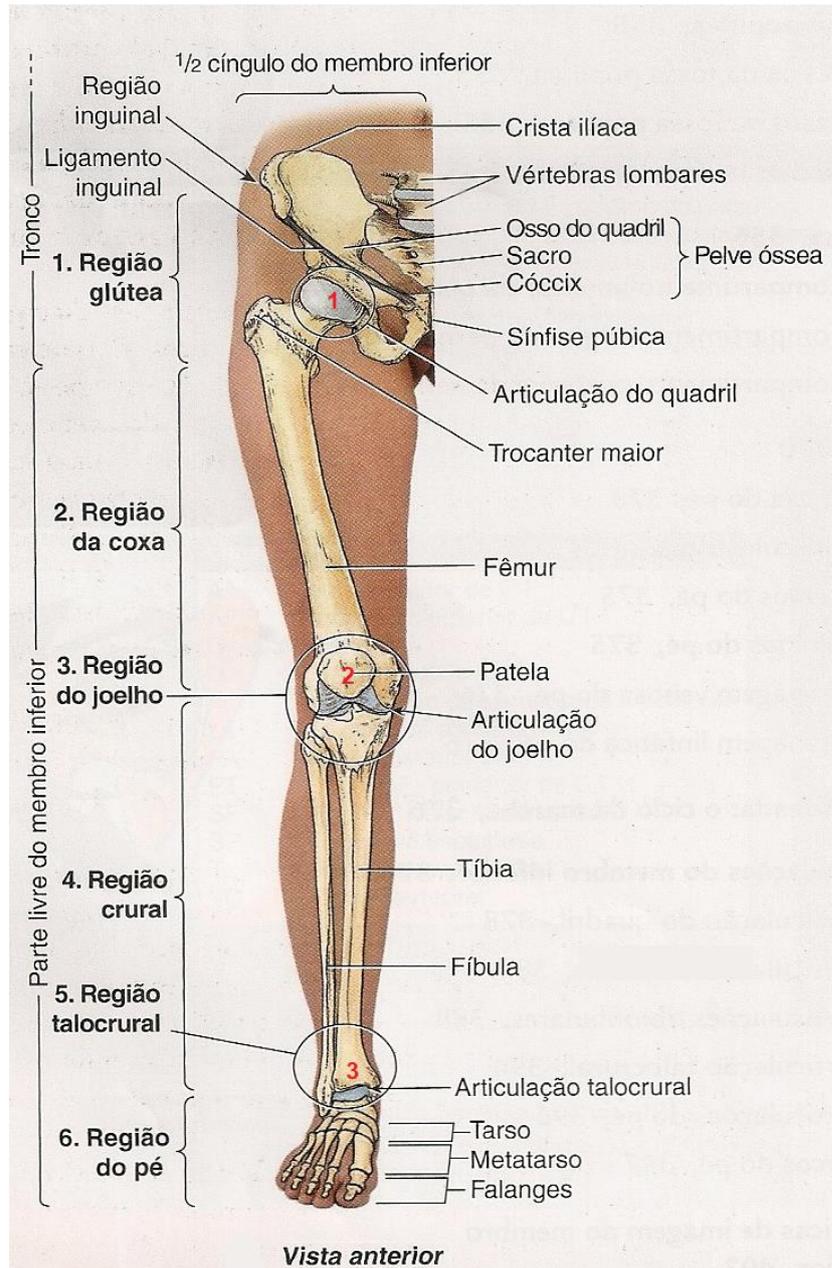


Figura 1: Esquema do Membro inferior em vista anterior. Articulacão do quadril (1); Articulacão do joelho (2); Articulacão talocrural (3)
 Fonte: Adaptado de: (MOORE; AGUR; DALLEY, 2011, p. 689).

Na posicão bípede, o complexo articular talocrural tem as funções de mobilidade e de estabilidade, dando suporte antigraavitacional. É um mecanismo essencial para a impulsão da marcha e para a sustentacão do peso corporal e de outras cargas (MIRANDA, 2001).

No membro inferior, a articulacão talocrural possui a menor área de superfície, e está sujeita a uma ampla variação da transmissão de forças, podendo chegar até 3 vezes o peso do corpo em uma caminhada. Estima-se que a força de compressão

durante algumas formas de corrida atinge uma magnitude de 9 a 13,3 vezes o peso corporal (HAMILL; KNUTZEN, 2012; RASCH, 2012).

A articulação talocrural é classificada como sinovial do tipo gínglimo (em dobradiça). Suas superfícies articulares são moldadas para permitir o movimento em um só plano, compostas pelas partes distais da tíbia e fíbula (tibiofibular) e pelo tálus (tibiotalar) (Figura 2). É responsável pela movimentação do pé, nos movimentos de flexão dorsal, flexão plantar, inversão e eversão (MIRANDA, 2001; HUI et al., 2012; RASCH, 2012).

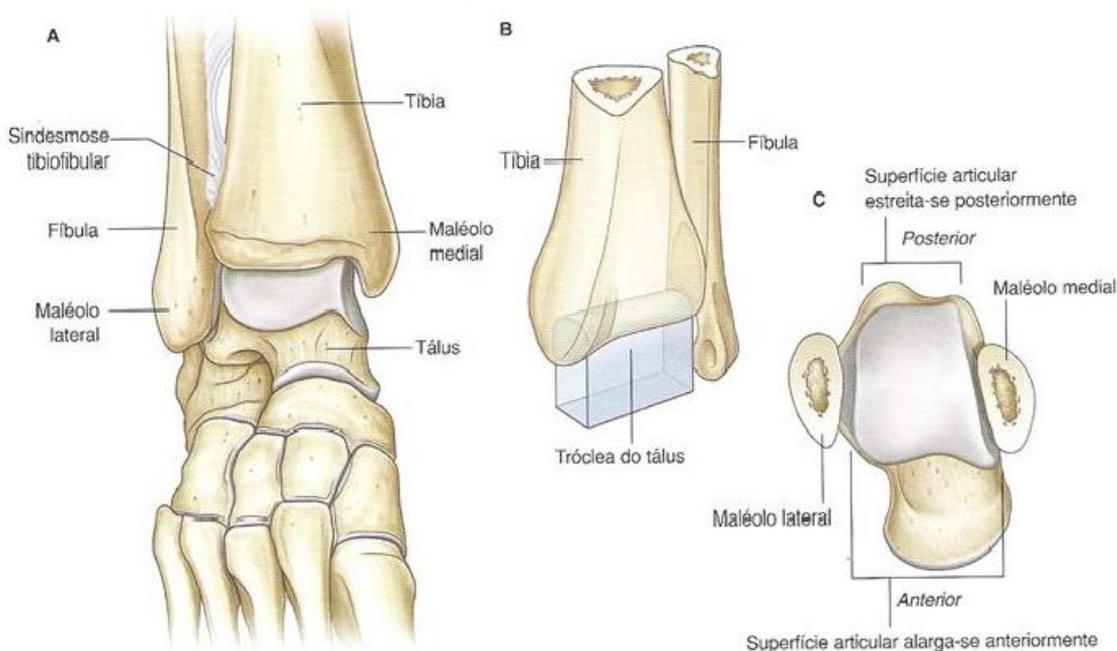


Figura 2: Esquema adaptado da articulação talocrural. A, em vista anterior com flexão plantar do pé. B, Esquema da articulação. C, Visão superior do tálus, mostrando a forma da superfície articular.

Fonte: (DRAKE; VOGL; MITCHELL, 2005, p. 563).

Os principais elementos que reforçam o apoio ligamentar são a cápsula articular, a parte distal da membrana interóssea e os ligamentos colaterais medial e lateral, o colateral medial conhecido como ligamento deltoide é responsável pela estabilidade da face medial da articulação talocrural, formado por quatro ligamentos, tibionavicular, tíbiotalar anterior e posterior e o tibiocalcâneo, já o colateral lateral fornece estabilidade à face lateral, constituído pelos ligamentos talofibular anterior e posterior calcaneofibular. Cada um dos elementos desempenha uma função

específica na estabilização da articulação (Figura 3). (MIRANDA, 2001; RASCH, 2012).

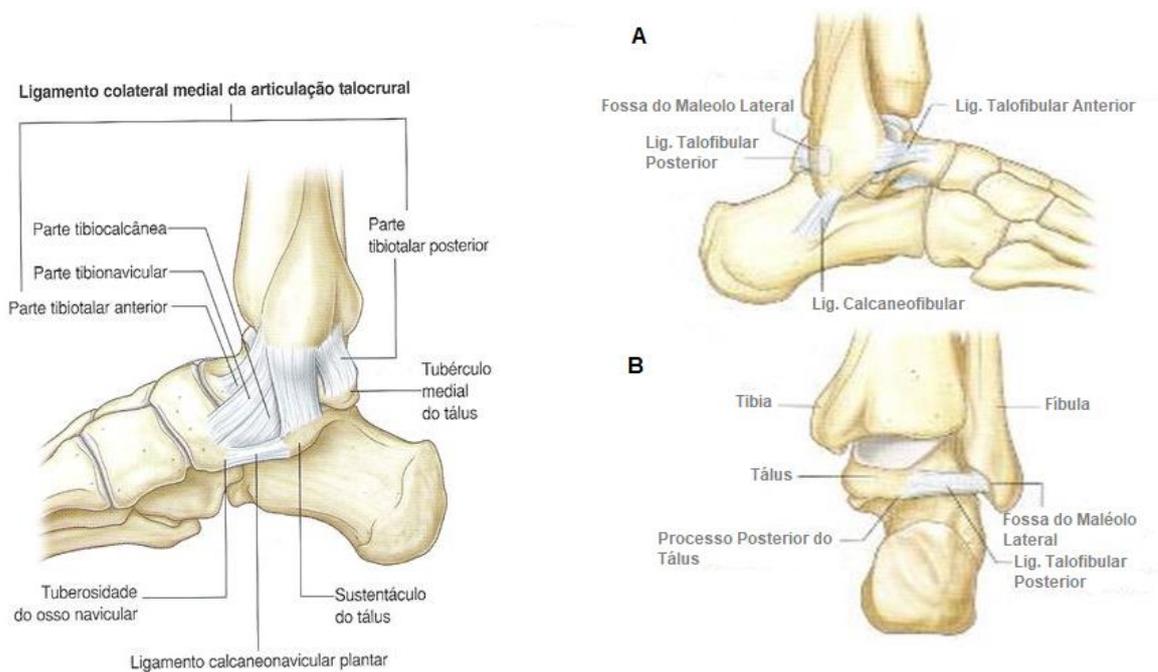


Figura 3: Esquema dos ligamentos da articulação talocrural, vista medial, lateral e posterior dos ligamentos.

Fonte: (DRAKE; VOGL; MITCHELL, 2005, p. 563 – 564).

As articulações sinoviais possuem grande amplitude de movimento, são as mais numerosas do corpo humano, principalmente unindo ossos longos nos membros inferiores e superiores. A cápsula articular possui uma camada externa, a fibrosa, formada por tecido conjuntivo denso, e uma interna, a camada ou membrana sinovial (Figura 4) (MORIYAMA et al, 2012). As cápsulas articulares são bem vascularizadas com vasos sanguíneos e linfáticos, e inervadas, fornecendo informações proprioceptivas (GOSS, 1988; SNELL, 1999; MOORE; AGUR; DALLEY, 2011; HUI et al., 2012).

A cápsula articular delimita um espaço interno chamado de cavidade articular, preenchida com o líquido sinovial secretado por células sinoviais, os sinoviócitos, células conjuntivas adaptadas e especializadas, organizadas na forma de um epitélio secretor (Figura 4) (HUI et al, 2012; MORIYAMA et al, 2012). O líquido sinovial tem aspecto viscoso e lubrificante, que, juntamente com a cartilagem

articular, facilita o deslizamento entre os ossos com o mínimo de fricção e desgaste (GOSS, 1988; SNELL, 1999; MOORE; AGUR; DALLEY, 2011).

Além dessas funções, o líquido sinovial mantém a homeostase das articulações, remove ou degrada materiais derivados do metabolismo da articulação, controla o transporte hidroeletrólítico e fornece nutrientes que percorrem a superfície articular, desprovida de vasos sanguíneos e linfáticos, difundindo-se até os condrócitos, promovendo sua nutrição (HUI et al., 2012).

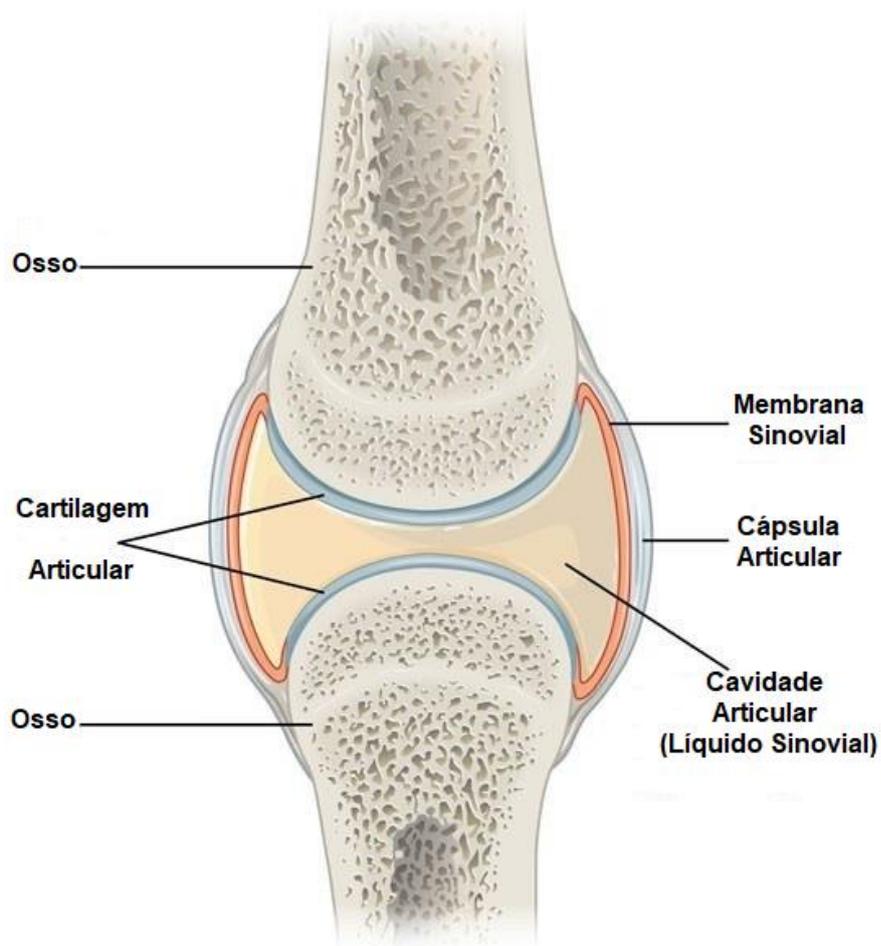


Figura 4: Esquema de articulação sinovial.

Fonte: Adaptada: Disponível em http://www.wikiwand.com/pt/Articula%C3%A7%C3%A3o_sinovial

Revestindo internamente a cápsula articular está a membrana sinovial, formada por duas camadas. Superficialmente encontra-se a íntima, membrana lisa com algumas vilosidades, que se assemelham a franjas reveste a cápsula articular e apresenta duas camadas compostas por células. É composta por dois tipos celulares, os sinoviócitos tipo A, que são fagocíticos, e contêm numerosos lisossomos, e os sinoviócitos tipo B, adaptadas à produção de proteínas oriundas da grande quantidade de retículo endoplasmático granular, que secretam e sintetizam glicosaminoglicanos e glicoproteínas, assim como o ácido hialurônico que tem função lubrificante. Profundamente localiza-se a camada subíntima, contendo tecido conjuntivo vascular fibroadiposo (KUETTNER; COLE, 2005; MOORE; AGUR; DALLEY, 2011; MORIYAMA et al., 2012).

A zona superficial é a mais fina na cartilagem articular, os condrócitos são pequenos, achatados, posicionados em paralelo para a superfície articular (ODA; LIBERTI; MAIFRINO, 2007) e contêm a maior concentração de água, um baixo teor de proteoglicano, e camadas densamente embaladas de fibras de colágeno (WU; HERZOG, 2002). A organização específica da zona superficial permite que ele atue como uma barreira para a passagem de grandes moléculas do líquido sinovial para a cartilagem. A região intermediária da cartilagem, a zona de transição, contém condrócitos arredondados cercados por matriz extracelular, com a sua aparente organização devido a fibras de colágeno. Na zona profunda, os condrócitos formam colunas e as fibras de colágeno estão organizadas radialmente. A zona calcificada é caracterizada por condrócitos arredondados, com fibras de colágeno dispostos perpendicularmente à superfície articular (CASTANO; QUINTANS; CRESPO, 1995).

Revestindo as superfícies ósseas encontra-se a cartilagem articular, composta pelos condrócitos, células altamente especializadas com distribuição esparsa, com função crucial na síntese da matriz extracelular e na sua regulação, estando os condrócitos contidos e envoltos por esta matriz. Os condrócitos podem ocorrer isoladamente, mas muitas vezes estão arranjados em pares ou grupos de quatro a seis células, denominados grupos isógenos, preenchendo as lacunas. Os condrócitos, quando jovens em intensa atividade, são denominados de condroblastos, derivados de células tronco-mesenquimais pluripotentes (WATRIN et al., 2001; MANSOUR, 2008; OVALLE; NAHIRNEY, 2014).

A matriz cartilaginosa produzida pelos condrócitos foi denominada de três formas por Ovalle e Nahirney (2014), de acordo com a composição e organização dos condrócitos:

1) Pericelular, rica em proteoglicanos e proteínas, como decorin, fibronectina, ancorina e colágeno do tipo VI. Forma um microambiente que circunda o condrócito diretamente recobrando e ancorando a superfície celular;

2) Territorial, circunda a matriz pericelular, é rica em glicosaminoglicanas sulfatadas, agrupando os condrócitos, rodeados por fibras colágenas, protegendo-os contra danos mecânicos. Juntamente com a matriz pericelular, a matriz territorial transmite sinais mecânicos para os condrócitos;

3) Interterritorial, compõe a maior parte da matriz circundando e separando os grupos isogênicos, é rica em fibrilas de colágeno tipo II, com diâmetros maiores, e rica em agregados de proteoglicanos, que contribuem para as propriedades mecânicas da cartilagem (WATRIN et al., 2001; MANSOUR, 2008; OVALLE; NAHIRNEY, 2014).

As principais macromoléculas que estruturam e compõem a cartilagem são: o colágeno, principalmente do tipo II, que confere força tênsil, sendo responsável por 60 a 70% do peso seco; os proteoglicanos, carregados negativamente sustentam grandes quantidades de cátions associados às moléculas de água, conferindo resistência a pressões. São responsáveis por aproximadamente 30% do peso seco. Os proteoglicanos compõem um núcleo de proteína central, ligada a uma molécula de ácido hialurônico (glicosaminoglicano não sulfatado) por uma proteína de ligação. Ligadas lateralmente a esta proteína central, são encontradas várias cadeias de glicosaminoglicanos, que são polissacarídeos complexos (sulfato de condroitina, sulfato de dermatina, sulfato de queratano). Estes se associam ao ácido hialurônico para formar grandes agregados de PGs, os agregans. A água e os sais inorgânicos dão à cartilagem a capacidade de elasticidade e lubrificação (WATRIN et al., 2001; MANSOUR, 2008; OVALLE; NAHIRNEY, 2014).

A densidade celular e a organização dos condrócitos variam em forma e número de acordo com a profundidade nas diferentes zonas da cartilagem, bem como variam sua atividade metabólica e os padrões de expressão gênica. A cartilagem articular é dividida estruturalmente em quatro zonas distintas entre a superfície articular e osso subcondral (RENNER et al., 2006; MANSOUR, 2008; FOX; BEDI; RODEO, 2009; LAS HERAS, 2012).

Zona superficial (tangencial): camada mais delgada correspondendo de 10% a 20% da espessura total da cartilagem, situada na superfície articular, fazendo o contato com o líquido sinovial, apresenta fibrilas colágenas (principalmente do tipo II e IX), dispostas paralelamente à superfície. Possui alta concentração de colágeno e água, e escassez de proteoglicanos, que confere resistência ao cisalhamento e baixa permeabilidade, protegendo as camadas mais profundas, e mantendo a hidratação da cartilagem. Os condrócitos desta zona são numerosos, pequenos, elipsoides e orientados ao longo do eixo paralelo à superfície (Figura 5) (RENNER et al., 2006; MANSOUR, 2008; FOX; BEDI; RODEO, 2009; LAS HERAS; GAHUNIA; PRITZKER, 2012).

Zona medial (transicional): situada logo abaixo da zona superficial, representa 40% a 60% do volume total da cartilagem. Apresenta uma grossa camada de fibrilas de colágeno de maior diâmetro, arranjadas em arcos, anguladas em diferentes direções, conferindo a esta camada maior resistência a forças compressivas. Os condrócitos são esferoides ou ovais, agrupados principalmente em colunas, com volume de células reduzido, alta concentração de proteoglicanos e menor concentração de água (Figura 5) (RENNER et al., 2006; MANSOUR, 2008; FOX; BEDI; RODEO, 2009; LAS HERAS; GAHUNIA; PRITZKER, 2012).

Zona profunda (radial): camada que representa 30% do volume total da cartilagem articular, é responsável pela resistência a cargas compressivas devido à disposição perpendicular à superfície em relação aos feixes de fibrilas de colágeno, arranjado em camadas radiais e fixado mais profundamente na camada. Os condrócitos estão em menor densidade, geralmente isolados e muito ativos metabolicamente, com morfologia esferoide, organizados em grupos de células com orientação colunar, paralelo às fibrilas de colágeno, com matriz rica em proteoglicanos e água. A *tidemark* é a região de interface da zona não calcificada com a calcificada, representado por uma linha, que se revela após a coloração com hematoxilina (Figura 5) (RENNER et al., 2006; MANSOUR, 2008; FOX; BEDI; RODEO, 2009; LAS HERAS; GAHUNIA; PRITZKER, 2012; HOUARD; GOLDRING; BERENBAUM, 2013).

Zona calcificada: situada abaixo da *tidemark* e sobre o osso subcondral, tem por função fixar a cartilagem ao osso, pela ancoragem das fibrilas de colágeno vindas da camada profunda ao encontro do osso subcondral. Possui escassos condrócitos arredondados hipertróficos com metabolismo relativamente inativo

localizados em lacunas. As células na zona calcificada estão encrustadas com hidroxiapatita (cristais de sais de cálcio) rodeadas por matriz calcificada ausente de proteoglicanos (Figura 5) (RENNER et al., 2006; MANSOUR, 2008; FOX; BEDI; RODEO, 2009; LAS HERAS; GAHUNIA; PRITZKER, 2012).

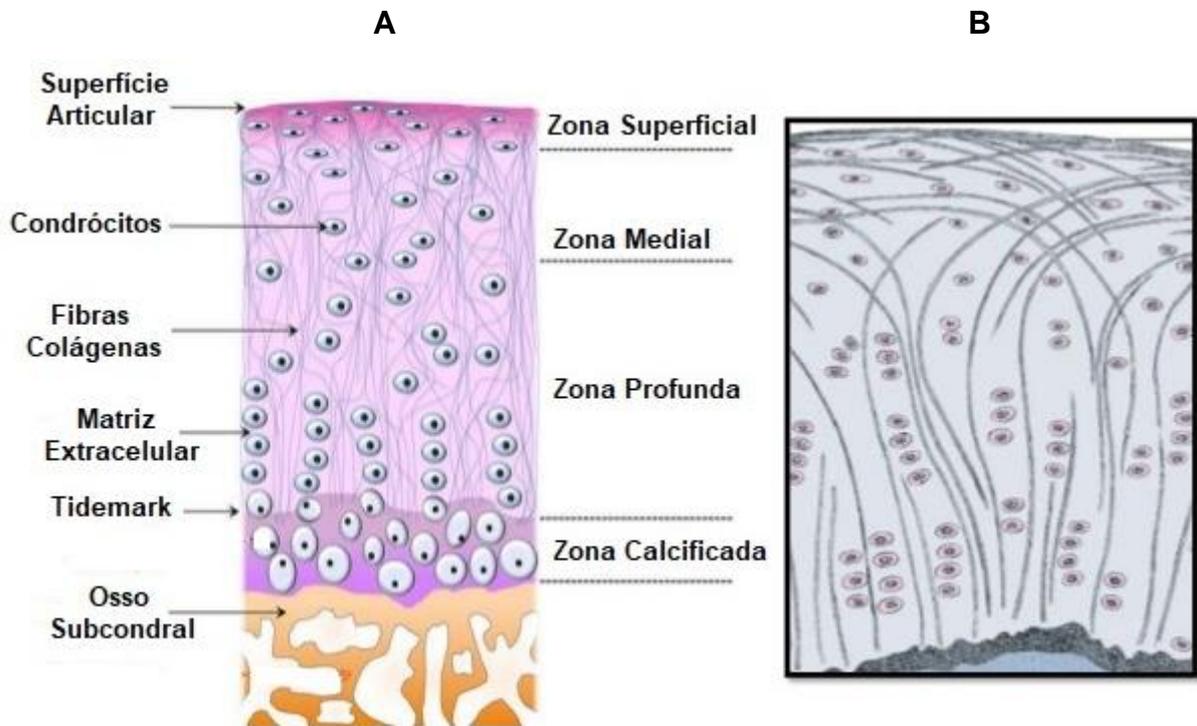


Figura 5: Esquema da cartilagem articular, representando a distribuição dos condrócitos (figura A) e das fibrilas de colágeno (figura B).

Fonte: Adaptado de <https://www.slideshare.net/amiromar1671/artrite-reumatide-71244618>, acesso dia 13/03/2018.

Os condrócitos vivem em um ambiente avascular e com baixa concentração de oxigênio, recebendo sua nutrição da cápsula articular, fluido sinovial e do osso subcondral. Esse ambiente hipóxico é importante na manutenção da homeostase (HOUARD; GOLDRING; BERENBAUM, 2013). Os condrócitos são células pós-mitóticas quiescentes, com taxas muito baixas de replicação celular. Essas células são protegidas contra danos causados por forças biomecânicas por estarem envolvidas pela matriz extracelular (LOTZ; CARAMÉS, 2012; HOUARD; GOLDRING; BERENBAUM, 2013).

3.3 Processo de Envelhecimento da Cartilagem

A senescência da cartilagem articular está relacionada com a deterioração progressiva das funções dos condrócitos. Há um declínio da atividade mitótica, tornando-se praticamente nula. O encurtamento no tamanho dos telômeros dos seus cromossomos está relacionado com aumento da expressão de enzimas relacionadas ao envelhecimento, como a metaloproteinase-13 (MMP-13; collagenase-3) e a beta-galactosidade (MARTIN et al., 2004).

A cartilagem articular tem uma habilidade limitada de reparação e de manutenção, sendo que em indivíduos acima de 40 anos estas capacidades declinam e o risco de degeneração articular aumenta progressivamente com o tempo. Com o envelhecimento, a exposição ao estresse mecânico leva à perda de células por apoptose, sendo uma das principais causas de alterações que ocorrem na zona superficial. Em algumas articulações, o número de condrócitos próximo à superfície articular pode reduzir aproximadamente 50%, entre os 20 a 90 anos de idade, estando associado ao amolecimento da cartilagem, podendo ocorrer uma migração destas células da superfície para as zonas mais profundas (LOTZ; CARAMÉS, 2012; HOUARD; GOLDRING; BERENBAUM, 2013).

O desenvolvimento de doenças articulares está associado a alterações no metabolismo articular. Isso ocorre quando há um desequilíbrio fisiológico entre a degradação e a síntese dos condrócitos (HAMILL; KNUTZEN, 2012; LOTZ; CARAMÉS, 2012).

A constância metabólica mantida na homeostase da matriz extracelular depende do equilíbrio entre a taxa de síntese de novos produtos e a degradação e remoção de restos celulares, organelas, produtos celulares e moléculas de oxigênio reativas que, se acumulados, são nocivos à articulação (LOTZ; CARAMÉS, 2012; HOUARD; GOLDRING; BERENBAUM, 2013).

Também com o avanço da idade, há uma perda da estabilidade da matriz extracelular causada pela redução da hidratação e alteração da composição molecular e estrutural desta matriz, em consequência da diminuição de agregados de proteoglicanos, e por danos moleculares em sítios de proteínas que compõem essa matriz (FOX; BEDI; RODEO, 2009; LOTZ; CARAMÉS, 2012; HOUARD; GOLDRING; BERENBAUM, 2013).

A saúde articular depende da estrutura e funcionamento normal de todos os tecidos, incluindo a cartilagem, osso subcondral, ligamentos e líquido sinovial. Além disso, são necessários estímulos mecânicos para haver o desenvolvimento morfológico normal da cartilagem, e para manter a homeostase articular, pois o estímulo mecânico induz o movimento do líquido sinovial. Tem um importante papel na difusão de moléculas através da cartilagem, facilitando sua nutrição. Os condrócitos detectam estímulos mecânicos através de mecanorreceptores, inicialmente cílios e depois proteínas integrinas, sindecano, e canais de íons (HAMILL; KNUTZEN, 2012; LOTZ; CARAMÉS, 2012).

A inatividade tem sido apontada como um dos fatores que contribuem para o início da degradação articular (LURIA; CHU, 2014). O surgimento de lesões ou doenças articulares de alguma forma traz prejuízos à independência funcional de pessoas idosas em realizar tarefas cotidianas, como vestir-se, tomar banho ou alimentar-se. Neste sentido, realizar movimentos articulares controlados e regulares é importante para a manutenção da saúde e do metabolismo articular, melhorando a ação condroprotetora proporcionada pela regulação das propriedades biomecânicas e bioquímicas da cartilagem articular e da síntese de proteoglicanos e glicosaminoglicanos e outros componentes da matriz extracelular (HOUARD; GOLDRING; BERENBAUM, 2013; LURIA; CHU, 2014).

Por outro lado, nos idosos, os efeitos acumulativos do uso e desgaste ao longo dos anos causados por forças compressivas podem aumentar o risco de alterações morfológicas na cartilagem articular, incluindo floculação na zona superficial, fibrilação, declínio na atividade celular dos condrócitos, diminuição da sua espessura, e frequentemente sua calcificação. Também o colágeno se torna mais denso, e há diminuição da elastina, contribuindo para perda da resiliência e resistência a tensão (BUCKWALTER; MANKIN; GRODZINSKY, 2005).

Como citado acima a cartilagem articular, com o envelhecimento, pode ficar suscetível a ossificação. Vasos sanguíneos e nervos emergindo do osso subcondral podem ser observados invadindo a cartilagem calcificada, devido a um desequilíbrio em que a zona calcificada se estende dentro da zona não calcificada, havendo uma substituição desta parte da cartilagem por tecido ósseo através da ossificação endocondral, contribuindo para o desenvolvimento de osteoartrite (BUCKWALTER; MANKIN; GRODZINSKY, 2005).

Em idosos, a degeneração da cartilagem articular e alterações associadas ao osso subcondral resultam em dor nas articulações, com perda da mobilidade e, conseqüentemente, da flexibilidade, caracterizando a osteoartrite, uma doença articular que causam profundas alterações morfológicas, por ser muitas vezes, de início assintomático. Se não diagnosticada no início, pode gerar a destruição da cartilagem, levando a deformidades da articulação, conseqüentemente a exposição e contato das superfícies ósseas (PELLETIER; MARTEL-PELLETIER; ABRAMSON, 2001; VANWANSEELE; LUCCHINETTI; STUSSI, 2002; HALL, 2009). A osteoartrite é uma das causas incapacitantes mais comuns em idosos e pessoas de meia-idade, com perda da mobilidade e dor articular (PELLETIER; MARTEL-PELLETIER; ABRAMSON, 2001; VANWANSEELE et al., 2002).

Alterações na cartilagem causadas pela osteoartrite induzem uma resposta inflamatória. Mediadores catabólicos e pró-inflamatórios como a citocinas produzidas pela sinóvia inflamada, causam desequilíbrio entre a degradação e o reparo na matriz da cartilagem, levando a uma produção em excesso de enzimas proteolíticas responsáveis pela degeneração da cartilagem (CONN, 2006; HUI et al., 2012; SCHMINKE; MIOSGE, 2014).

Com o avanço da idade também são percebidas alterações no líquido sinovial e na membrana sinovial, que se torna mais corrugada, com inúmeras dobras. A composição do líquido sinovial, incluindo as concentrações de sulfato de condrotina e ácido hialurônico, também apresentam variações, sendo que a concentração de líquido sinovial diminui gradualmente a partir dos 40 anos. O ácido hialurônico tem um importante papel, com efeitos benéficos nos tecidos articulares e na lubrificação das juntas, incluindo efeito anti-inflamatório (CONN, 2006; HUI et al., 2012; SCHMINKE; MIOSGE, 2014).

3.4 Exercício de alongamento

Exercícios de alongamento são frequentemente utilizados na reabilitação, principalmente quando o objetivo é aumentar a amplitude de movimento (STATHOKOSTAS et al., 2012). Podem ser classificados de acordo com a técnica de execução em estático, dinâmico, ativo ou combinado (facilitação neuromuscular proprioceptiva) (McDERMOTT; MERNITZ, 2006).

É característica do envelhecimento a redução da amplitude de movimento articular, com conseqüente diminuição dos níveis de flexibilidade muscular e da mobilidade corporal, levando ao comprometimento da realização das atividades da vida diária de forma independente (ACSM, 2009; RODACKI et al., 2009; STANZIANO et al., 2009; STATHOKOSTAS et al., 2012; GALLO et al., 2013). Ainda, a redução da amplitude de movimento nas articulações do quadril e talocrural constitui fator de risco de quedas (RODACKI et al., 2009).

Exercícios de alongamento comumente constituem programas de atividade física voltados para a pessoa idosa, e têm-se mostrado um recurso capaz de melhorar o equilíbrio e o padrão de marcha (ACSM, 2009; RODACKI et al., 2009), e de aumentar a amplitude de movimento e a capacidade funcional (STANZIANO et al., 2009; GALLON et al., 2011; GALLO et al., 2013). Também a diminuição do risco de lesão e prevenção de quedas são motivos comuns para a recomendação de programas de alongamento para idosos (STATHOKOSTAS et al., 2012).

É importante a avaliação individualizada do idoso, para que a partir disso sejam identificados os objetivos a serem atingidos e a necessidade ou não da prescrição de exercícios de alongamento, baseado em evidências científicas. Portanto, as recomendações para a prescrição de exercícios de alongamento para idosos são: 30 a 60 segundos de repetição, sendo que para ganhos de amplitude de movimento o tempo total é de 60 segundos para cada grupo muscular alongado. A frequência de 2 a 3 vezes por semana é suficiente para aumentar a amplitude de movimento ou flexibilidade, e ganhos expressivos são obtidos com frequência diária de alongamento (GARBER et al., 2011).

Assim, o exercício de alongamento na população idosa possui importante aplicação prática, pois é um exercício de fácil aprendizagem e aplicabilidade, não exige material e local específico, e demonstra ser um importante aliado contra os efeitos deletérios do envelhecimento (GALLO et al., 2013).

No que diz respeito à estrutura articular, diversas técnicas e terapias não cirúrgicas são usadas para controlar os sintomas e a incapacidade provenientes de lesões da cartilagem articular, retardando as alterações degenerativas destas e, em alguns casos, revertendo as lesões. Além dos tratamentos farmacológicos, as técnicas não medicamentosas como modalidades de frio e calor, uso de órtese para descarga de peso, alterações de hábitos de vida, educação do paciente e a

realização de exercícios físicos constituem estratégias eficazes no enfrentamento dessas lesões (SIMON; JACKSON, 2006).

Em contraste ao tratamento farmacológico, os exercícios físicos, isentos de efeitos secundários, podem prever aumentos de movimento e força, e melhoria do bem-estar, menor risco de queda e característica condroprotetora. Dessa forma, atuam reduzindo a sintomatologia, sem apresentar toxicidade gastrointestinal, renal ou hepática, advinda dos medicamentos, além de abranger um número maior de pacientes (SIMON; JACKSON, 2006).

Os exercícios físicos promovem cargas de compressão nas cartilagens articulares. Esses estímulos mecânicos gerados têm grande influência na estrutura, organização, síntese e taxa de renovação da cartilagem articular (RENNER et al., 2006; BRANDT, 2003; DIAS et al., 2012; LURIA; CHU, 2014).

Kim et al. (1995) e Waldman et al. (2003) analisaram que a atividade de biossíntese dos condrócitos é regulada por estímulos mecânicos, e que o aumento na espessura da cartilagem articular está relacionado a diferenças da magnitude de cargas mecânicas.

Dias et al. (2012) relatam que a cartilagem pode se recuperar da perda de proteoglicanos, causada pela privação de movimento, devido ao aumento da densidade de condrócitos. Ainda, exercícios físicos podem prevenir ou reduzir a rigidez articular, melhorar o fluxo e a nutrição sinovial, e estimular a reparação da cartilagem articular (KUNZ et al., 2014).

Entretanto, a maioria dos estudos são realizados em ratos jovens, submetidos a protocolos de imobilização e remobilizados através de diversas modalidades de exercícios físicos (KUNZ et al., 2014), sendo que os efeitos dos exercícios têm sido amplamente estudados nos músculos (GARCIA et al., 2011; CASTOLDI et al., 2015; CASTOLDI et al., 2017).

Ressalta-se que quando um grupo muscular é submetido ao alongamento, a articulação estará em amplitudes extremas, comprimindo a cartilagem articular em alguns pontos. Essa condição pode gerar alterações na matriz, na pressão hidrostática e no fluído intersticial, que influenciam os condrócitos (MOBASHERI, 2011). Apesar disso, rotinas de alongamento são recomendadas em programas de exercícios físicos voltados para a população idosa (GARBER et al., 2011). Neste sentido, apesar dos inúmeros benefícios promovidos pelo exercício de alongamento, seus efeitos sobre a morfologia e a histomorfometria da articulação não estão bem

descritos. Se a este fato for adicionado a estrutura articular mais frágil do idoso, a lacuna científica torna-se ainda mais evidente. Portanto, o exercício de alongamento pode ser um método efetivo, bem como uma alternativa para idosos que não possuem capacidade física para realizar intervenções mais intensas, como o treino de resistência ou aeróbico. Portanto, a compreensão das respostas adaptativas ao estímulo do alongamento na articulação talocrural em idosos poderá embasar uma prescrição mais segura, a fim de que os benefícios dessa modalidade de exercício sejam alcançados.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTER, M. J.; **Ciência da flexibilidade**. 3 ed., Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 368.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE: Position Stand (ACSM). Exercise and physical activity for older adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 30, n. 6, p. 1510-1530, 2009.

ARAUJO, V. N. F. **Florianópolis, os grupos de convivência de idosos como mediação para a construção da cidadania**. Florianópolis: UFSC, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/87768/224443.pdf?sequence=1>>. Acesso em 21 jun., 2016.

BRAGGION, G. F.; ORNELAS, E.; CURY, J. C. S.; LIMA, N. E. A.; AQUINO, R. C.; FONSECA, F. L. A.; MAIFRINO, L. B. M. Morphological and biochemical effects on the skeletal muscle of ovariectomized old female rats submitted to the intake of diets with vegetable or animal protein and resistance training. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, 2016.

BRANDT, K. D. Resonse of joint structures to inactivity and to reloading after immobilization. **Arthritis & Rheumatism (Arthritis Care & Research)**, v. 49, n. 2, p. 267-271, 2003.

BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa. Brasília: **Ministério da Saúde**, 2006.

BUCKWALTER, J. A.; MANKIN, H. J.; GRODZINSKY, A. J. Articular Cartilage and Osteoarthritis. **AAOS Instructional Course Lectures**, v. 54, p. 465-480, 2005.

CASTANO, O. M. T.; QUINTANS, R. M.; CRESPO, A. A. Riation in articular cartilage in rabbits between weeks six and eight. **Anat. Rec.**, 241, 34–38, 1995.

CASTOLDI, R. C.; TEIXEIRA, G. R.; MALHEIRO, O. C. M.; CAMARGO, R. C. T.; BELANGERO, W. D.; CAMARGO FILHO, J. C. S. Effects of 14 weeks resistance training on muscle tissue in Wistar rats. **Int. J. Morphol.**, 33(2):446-451, 2015.

CASTOLDI, R. C.; OZAKI, G. A. T.; GIOMETTI, I. C.; CAMARGO, R. C. T.; KOIKE, T. E.; GARCIA, T. A.; CAMARGO FILHO, J. C. S; BELANGERO, W. D. Morphometric study of muscle fibers in rats submitted to strength training and growth hormone. **Int. J. Morphol.**, 35(2):472-478, 2017.

CONN, P. M.; **Handbook of models for human aging**. 1 ed. Elsevier: Texas, p. 1075, 2006.

DANTAS, E. H. M.; PEREIRA, S. A. M.; ARAGÃO, J. C.; OTA, A. H. A preponderância da diminuição da mobilidade articular ou da elasticidade muscular na perda da flexibilidade no envelhecimento. **Fitness & Performance Journal**, v. 1, n. 3, p. 12-20, 2002.

DIAS, C. N.; RENNER, A. F.; DOS SANTOS, A. A.; VASILCEAC, F. A.; MATTIELLO S. M. Progression of articular cartilage degeneration after application of muscle stretch. **Connective Tissue Research**, v. 53, n. 1, p. 39-47, 2012.

DRAKE, R. L.; VOGL, W.; MITCHELL, A. W. M. **Gray, anatomia para estudantes**. 1 ed., España, Génova: Elsevier, 2005, p. 563-564.

GARCIA, P. A.; DIAS, J. M. D.; DIAS, R. C.; SANTOS, P.; ZAMPA, C. C. Estudo da relação entre função muscular, mobilidade funcional e nível de atividade física em idosos comunitários. **Ver. Bras. Fisioter.**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 15-22, jan./fev. 2011.

FIRMINO, H. **Psicogeriatría**. São Paulo: Almedina, 2006, p. 575.

FONTINELE, R. G. **Efeitos da atividade física na estrutura da cartilagem articular do joelho de ratas ooforectomizadas**. São Paulo: USP FMVZ, 2007. Disponível em: < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10132/tde-01042008-094818/publico/Renata_Gabriel_Fontinele.pdf>. Acesso em 22 jun., 2016.

FOX, A. J. S.; BEDI, A.; RODEO, S. A. The basic science of articular cartilage: structure, composition, and function. **Sports Helth – Orthopaedics**, v. 1, n. 6, p. 461-468, 2009.

GALLO, L. H.; GONÇALVES, R.; GURJÃO, A. L. D.; PRADO, A. K. G.; CECCATO, M.; FILHO, J. C. J.; GOBBI, J. C. Efeito de diferentes volumes de alongamento na capacidade funcional de idosas. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 15, n. 1, p. 103-112, 2013.

GALLON, D.; RODACKI, A. L. F.; HERNANDEZ, S. G.; DRABOVSKI, B.; OUTI, T.; BITTENCOURT, L. R.; GOMES, A. R. S. The effects of stretching on the flexibility, muscle performance and functionality of institutionalized older women. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 44, p. 229-235, 2011.

GARBER, C. E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; FRANKLIN, B. A.; LAMONTE, M. J.; LEE, I. M.; NIEMAN, D. C.; SWAIN, D. P. 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 in Sports & Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GOSS, C. M. **Gray anatomia**. 29 ed., Rio de Janeiro: Guanabara, 1988, p. 1148.

HALL, S. J. **Biomecânica básica**. 5 ed., Barueri, SP: Manoele, 2009, p. 542.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. **Bases biomecânicas do movimento humano**. 3 ed. Barueri, SP: Manole, 2012, p. 528.

HOUARD, X.; GOLDRING, M. B.; BERENBAUM, F. Homeostatic mechanisms in articular cartilage and role of inflammation in osteoarthritis. **Current Rheumatology Reports**. v. 15, n. 13, p. 375, nov., 2013.

HUI, A. Y.; MCCARTY, W. J.; MASUDA, K.; FIRESTEIN, G. S.; SAH, R. L. A systems biology approach to synovial joint lubrication in health, injury, and disease. **WIREs Systems Biology and Medicine**, v. 4, p. 15-37, jan/feb., 2012.

IBGE, 2013, Projeção da população. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default_tab.shtm>. Acesso em 21 jun., 2016.

PELLETIER, J. P.; MARTEL-PELLETIER, J.; ABRAMSON, S. B. Osteoarthritis, an inflammatory: disease potential implication for the selection of new therapeutic targets. **Arthritis & Rheumatism**, v. 44, n. 6, jun., 2001, p. 1237-1247.

KERRIGAN, D. C.; XENOPOULOS-ODDSSON, A.; SULLIVAN, M. J.; LELAS, J. J.; RILEY, P. O. Effect of a hip flexor-stretching program on gait in the elderly. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 84, n. 1, p. 1-6, 2003.

KIM, Y. J.; BONASSAR, L. J.; GRODZINSKY, A. J. The role of cartilage streaming potential, fluid flow and pressure in the stimulation of chondrocyte biosynthesis during dynamic compression. **Journal of Biomechanics**, v. 28, p. 1055-1066, 1995.

KUETTNER, K. E.; COLE, A. A. Cartilage degeneration in different human joints. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 13, p. 93-103, 2005.

KUNZ, R. I.; CORADINI, J. G.; SILVA, L. I.; BERTOLINI, G. R. F; BRANCALHÃO, R. M. C.; RIBEIRO, L. F. C. Effects of immobilization and remobilization on the ankle joint in *Wistar* rats. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 47, n. 10, p. 842-849, ago., 2014.

LAS HERAS, F.; GAHUNIA, H. K.; PRITZKER, K. P. H. Articular cartilage development: a molecular perspective. **Orthopedic Clinics of North America**, v. 43, p. 155-171, 2012.

LOTZ, M.; CARAMÉS, B. Autophagy: a new therapeutic target in cartilage injury and osteoarthritis. **J Am Acad Orthop Surg**, v. 20, p. 261-2, abr./2012.

LURIA, A.; CHU, C. R. Articular cartilage changes in maturing athletes: new targets for joint rejuvenation. **Sports Helth**, v. 6, n. 1, p. 18-30, 2014.

MANSOUR, J. M. Biomechanics of cartilage. In: OATIS, C. A. **Kinesiology: The mechanics and pathomechanics of human movement**. 2 ed., Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. cap. 5, p. 66-79, 2008.

MARTIN, J. A.; KLINGELHUTZ, A. J.; MOUSSAVI-HARAMI, F.; BUCKWALTER, J. A. Effects of oxidative damage and telomerase activity on human articular cartilage chondrocyte senescence. **Journal of Gerontology**, v. 59A, n. 4, p. 324-337, 2004.

MATSUDO, S. M. Envelhecimento, atividade física e saúde. **BIS, Boletim do Instituto de Saúde (Impr.)**. São Paulo, n. 47, 2009.

MCDERMOTT, A. Y.; MERNITZ, H. Exercise and older patients: prescribing guidelines. **American Family Physician**, v. 74, n. 3, ago., 2006.

MILLER, T.; CASTANHEIRA, H. C. The fiscal impact of population aging in brazil: 2005-2050. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v. 30, p. 5-23, 2013.

MIRANDA, E. **Bases de anatomia e cinesiologia**. 3 ed., Rio de Janeiro: Sprint, 2001, p. 574.

MOBASHERI, A. Applications of proteomics to osteoarthritis, a musculoskeletal disease characterized by aging. **Frontiers in Physiology**. 2011, v. 2, p. 108.

MOORE, K. L.; AGUR, A. M. R.; DALLEY, A. F. **Fundamento de anatomia clínica**. 3 ed., Rio de Janeiro: Guanabara, 2011, p. 689.

MORIYAMA, H.; KANEMURA, N.; BROUNS, I.; PINTELON, I.; ADRIAENSEN, D.; TIMMERMANS, J. P.; OZAWA, J; KITO, N.; GOMI, T; DEIE, M. Effects of aging and exercise training on the histological and mechanical properties of articular structures in knee joints of male rat. **Biogerontology**, v. 13, p. 369-381, 2012.

NETO, J. E.; Great arteries contribution in orthostasis cardiovascular adaptation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 87, n. 2, ago., 2006.

ODA, J. Y.; LIBERTI, E. A.; MAIFRINO, L. B. Variation in articular cartilage in rats between 3 and 32 months old: a histomorphometric and scanning electron microscopy study. **Biogerontology**, v. 8, p. 345–352, 2007.

ONU. **População mundial deve atingir 9,6 bilhões em 2050, diz novo relatório da ONU**, 13 jun/2013, Disponível em: < <http://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorio-da-onu/>>. Acesso em: 22 de jun., 2016.

ONU. **Rápido envelhecimento da população levará Brasil a sofrer pressões fiscais a partir de 2040**, diz ONU. ONU, 11 Nov. 2014. Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/rapido-envelhecimento-da-populacao-levara-brasil-a-sofrer-pressoes-fiscais-a-partir-de-2040-diz-onu/>>. Acesso em 22 jun., 2016.

OVALLE, W. K.; NAHIRNEY, P. C. **Netter bases da histologia**. 2 ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 536.

PEREIRA, S. B.; REIS, N. S. Alterações histológicas das cartilagens articulares de ratos albinos, submetidos a processo de envelhecimento natural e artificial, induzido por glicocorticoides. **Revista Científica da Universidade de Franca**, v. 5, n. 1/6, p. 207-214, 2005.

RASCH, P. J. **Cinesiologia e anatomia aplicada**. 7 ed., Rio de Janeiro: Guanabara, 2012, p. 204.

RENNER, A. F.; CARVALHO, E.; SOARES, E.; MARTTIELLO-ROSA, P. T. S. The effect of a passive muscle stretching protocol on the articular cartilage. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 14, n. 2, p. 196-202, 2006.

RODACKI, A. L. F.; SOUZA, R. M.; UGRINOWITSCH, C.; CROSTOPOLISKI, F.; FOWLER, N. Transient effects of stretching exercises on gait parameters of elderly women. **Manual Therapy**, v. 14, p. 167-172, 2009.

SCHMINKE, B.; MIOSGE, N. Cartilage repair in vivo: the role of migratory progenitor cells. **Current Rheumatology Reports**, v. 16, n. 461, p. 1-8, 2014.

SIMON, T. M.; JACKSON, D. W. Articular cartilage: injury pathways and treatment options. **Sports Medicine Arthroscopy Review**, v. 14, n. 3, p. 146-154, 2006.

SNELL, R. S.; **Anatomia clínica para estudantes de medicina**. 5. ed., Rio de Janeiro: Guanabara, 1999. p. 857.

STANZIANO, D. C.; ROOS, B. A.; PERRY, A. C.; LAI, S.; SIGNORILE, J. The effects of an active-assisted stretching program on functional performance in elderly persons: a pilot study. **Clinical Interventions in Aging**, v. 4, p. 115-120, 2009.

STATHOKOSTAS, L.; LITTLE, R. M. D.; VANDERVOORT, A. A.; PATERSON, D. H. Flexibility training and functional ability in older adults: a systematic review. **Journal of Aging Research**, p. 30, 2012.

UNITED NATIONS (UN). World population prospects. **The 2000 Revision**. 2001.

VANWANSEELE, B.; LUCCHINETTI, E.; STUSSI, E. The effects of immobilization on the characteristics of articular cartilage: current concepts and future directions. **Osteoarthritis Cartilage**, v. 10, n. 5, p. 408-419, 2002.

WALDMAN, S.; SPIETERI, C. G.; GRYNPAS, M. D.; PILLIAR, R. M.; KANDEL, R. A. Long-term intermittent shear deformation improves the quality of cartilaginous tissue formed in vitro. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 21, p. 590-596, 2003.

WATRIN, A.; RUAUD, J. P. B.; OLIVIER, P. T. A.; GUINGAMP, N. C.; GONORD, P. D.; NETTER, P. A.; BLUM, A. G.; GUILLOT, G. M.; GILLET, P. M.; LOEUILLE, D. H. J. T2 mapping of rat patellar cartilage. **Radiology**, v. 219, p. 395-402, 2001.

WU, J. Z.; HERZOG, W. Elastic anisotropy of articular cartilage is associated with the microstructures of collagen fibers and chondrocytes. **J Biomech**, v. 35, p. 931–942, 2002.

<https://www.slideshare.net/amiromar1671/artrite-reumatide-71244618>, acesso dia 13/03/2018.

ARTIGO CIENTÍFICO

O alongamento melhora a morfologia do tornozelo em modelo de envelhecimento

O presente artigo foi formatado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Medicina do Esporte (RMBE), Impresso ISSN 1517-8692; Online ISSN 1806-9940 (Anexo A).

Artigo Original

O alongamento melhora a morfologia do tornozelo em modelo de envelhecimento

Stretching improves ankle morphology in aging model

El estiramiento mejora la morfología del tobillo en el modelo de envejecimiento

José Fernando Baumgartner Maciel¹, Talita Gianello Gnoato Zotz², Regina Inês Kunz³, Rose Meire Costa Brancalhão⁴, Anna Raquel Silveira Gomes⁵, Gladson Ricardo Flor Bertolini⁶, Hilana Rickli Fiuza Martins⁷, Kátia Janine Veiga Massenz⁸,
Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro⁹

¹Fisioterapeuta, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, Brasil;

²Fisioterapeuta, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil;

³Fisioterapeuta, Universidade Federal da Fronteira Sul, Passo Fundo, RS, Brasil;

⁴Bióloga, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, Brasil;

⁵Fisioterapeuta, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil;

⁶Fisioterapeuta, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, Brasil;

⁷Fisioterapeuta, Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, Guarapuava, PR, Brasil;

⁸Fisioterapeuta, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR, Brasil;

⁹Bióloga, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, Brasil.

Autor correspondente:

Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro. Rua Universitária 1619, B. Universitário 85819-110, Cascavel, PR, Brasil. (45) 3220-7405. E-mail: lucineia.cr@gmail.com

RESUMO:

Introdução: As alterações decorrentes do envelhecimento nas articulações podem levar ao imobilismo, sendo necessários estudos que busquem recursos terapêuticos para amenizar estes efeitos. Neste sentido, exercícios de alongamento vem sendo utilizados para melhorar o comprimento músculo-tendíneo e a amplitude de movimento. **Objetivo:** Analisar os efeitos do alongamento mecânico passivo estático na morfologia do tornozelo de ratas *Wistar* jovens e idosas. **Métodos:** Os animais foram divididos em grupos: jovem controle (GJC, n = 5); jovem alongado (GJA, n = 5); idoso controle (GIC, n = 4) e idoso alongado (GIA, n = 5). O exercício realizado de forma mecânica, no membro pélvico esquerdo, consistiu em uma série de 4 repetições, com 60 segundos cada, intervaladas por 30 segundos, três vezes por semana, por três semanas. Os tornozelos foram coletados e processados para análises histomorfométricas. As imagens foram analisadas com o programa *Image Pro Plus 6.0®* e os dados pelo programa *Graph Pad Prism 6.0* com ANOVA, *one way* com *post hoc* de *Tukey*. **Resultados:** A histomorfometria revelou que GJC e GJA apresentaram maior número de condrócitos quando comparados a GIC e GIA. Quanto à espessura da cartilagem, GJA apresentou maiores valores que os demais grupos. Na morfologia, a cartilagem articular e membrana sinovial de GJC e GJA, mostravam-se com aspectos normais. Já o GIC apresentou os efeitos degenerativos do envelhecimento, com floculação e *pannus* na superfície, condrócitos aumentados na zona profunda e invaginação do osso subcondral, além de processo inflamatório na membrana sinovial, diminuição de células adiposas, aumento da vascularização e do tecido fibroso. Nos animais tratados com o alongamento (GIA), verificou-se melhora da cartilagem e da membrana sinovial, com aspecto semelhante aos grupos GJC e GJA. **Conclusão:** O alongamento promoveu melhora das alterações decorrentes do envelhecimento no tornozelo de ratas idosas.

Descritores: idoso, articulação talocrural, cartilagem articular, membrana sinovial, exercício físico.

ABSTRACT

Introduction: Reflections on aging in the joints can lead to immobility, and studies are needed that seek therapeutic resources to mitigate this effect. In this sense, stretching exercises have been used to improve tendon muscle size and range of motion. **Objective:** To analyze the effects of static passive exercise on the ankle morphology of young and elderly *Wistar* rats. **Methods:** The animals were divided into groups: young control group (GJC, n = 5); young stretched group (GJA, n = 5); elderly control group (GIC, n = 4) and elderly stretched group (GIA, n = 5). The exercise was mechanically carried out on the left pelvic limb and consisted on a 4-replication series during 60 seconds and with a 30 second pause between each series, three times a week along three weeks. The ankles were processed and analyzed to histomorphometric. The images analyzed with the program *Image Pro Plus 6.0* and the data by the program *Graph Pad Prism 6.0* with an ANOVA, a way with *post hoc* of *Tukey*. **Results:** The histomorphometry revealed that GJC and GJA presented a higher number of chondrocytes when compared to GIC and GIA. For the thickness of the cartilage, the GJA formed higher values than the other groups. In morphology, articular cartilage and synovial membrane of GJC and GJA were shown with normal aspects. The GIC presents the degenerative effects of aging, with flocculation and surface increase, increased chondrocytes in the deep zone and

invagination of the subchondral bone, besides the inflammatory process in the synovial membrane, increase of fat cells, increase in vascularization and fibrous tissue. In the animals treated with stretching (GIA), the evolution of cartilage and synovial membrane was observed, showing the similarities to GJC and GJA groups.

Conclusion: The results show that the stretching improved the alterations due to aging in the ankle of elderly rats.

Keywords: elderly, ankle joint, articular cartilage, synovial membrane, physical exercise.

RESUMEN

Introducción: Las alteraciones resultantes del envejecimiento en las articulaciones pueden llevar al inmovilismo, siendo necesarios estudios que busquen recursos terapéuticos para amenizar estos efectos. En este sentido, ejercicios de estiramiento vienen siendo utilizados para mejorar la longitud músculo-tendíneo y la amplitud de movimiento. **Objetivo:** Analizar los efectos del estiramiento mecánico pasivo estático en la morfología del tobillo de ratas Wistar jóvenes y ancianas. **Métodos:** Los animales fueron divididos en grupos: grupo joven control (GJC, n = 5); grupo joven estirado (GJA, n = 5); grupo de ancianos control (GIC, n = 4) y grupo ancianos estiramiento (GIA, n = 5). El ejercicio realizado de forma mecánica, en el miembro pélvico izquierdo, consistió en una serie de 4 repeticiones, con 60 segundos cada, intervalos de 30 segundos entre cada serie, tres veces por semana, por tres semanas. Los tobillos fueron recolectados y procesados para análisis histomorfométricas. Las imágenes analizadas con el programa Image Pro Plus 6.0® y los datos por el programa Graph Pad Prism 6.0 con la ANOVA, un way con post hoc de Tukey. **Resultados:** La histomorfometría reveló que GJC y GJA presentaron mayor número de condrocitos en comparación con GIC y GIA. Para el espesor del cartílago, GJA presentó mayores valores que los demás grupos. En la morfología, el cartílago articular y membrana sinovial de GJC y GJA, se mostraban con aspectos normales. El GIC presentó los efectos degenerativos del envejecimiento, con floculación y pannus en la superficie, condrocitos aumentados en la zona profunda e invaginación del hueso subcondral, además de proceso inflamatorio, en la membrana sinovial, disminución de células adiposas, aumento de la vascularización y del tejido fibroso. En los animales tratados con el estiramiento (GIA), se verificó una mejora del cartílago y de la membrana sinovial, mostrando similitudes con los grupos GJC y GJA. **Conclusión:** Los hallazgos muestran que el estiramiento ha promovido una mejora de las alteraciones derivadas del envejecimiento en el tobillo de ratas ancianas.

Descriptores: anciano, articulación del tobillo, cartílago articular, membrana sinovial, ejercicio físico.

INTRODUÇÃO

A expectativa de vida vem aumentando mundialmente, sendo a população que atinge os 80 anos a que mais cresce. Esta longevidade está relacionada à melhoria e ao maior acesso aos serviços de saúde, e à utilização de meios que facilitam a vida do idoso no cotidiano^{1,2}, fenômeno também observado no Brasil, onde o número de idosos deve chegar a 29,36% da população em 2050³.

Nesta população há alteração da homeostase das funções fisiológicas, comprometendo os sistemas endócrino, nervoso, imune e musculoesquelético⁴, com destaque para a diminuição da amplitude articular e flexibilidade, comprometendo a autonomia e as atividades de vida diária do idoso⁵.

A mobilidade das articulações sinoviais está ligada à funcionalidade e aos aspectos anatômicos de seus componentes, destacando-se a cartilagem articular e o líquido sinovial, que evitam/diminuem o desgaste das superfícies em contato. Os condrócitos, células estresse-dependentes, necessitam do estímulo mecânico para promover a produção e manutenção da matriz extracelular (MEC), mantendo, assim, o bom funcionamento articular^{6,7}.

Assim, a redução da mobilidade diminui os estímulos mecânicos, ocasionando alterações deletérias nas articulações⁸. Esse ciclo interfere negativamente no movimento realizado, predispondo lesões articulares e musculares, que afetam equilíbrio, postura e desempenho funcional⁵.

Estudos experimentais vêm sendo conduzidos a fim de se estabelecer a prática de exercícios físicos, mantenedores da flexibilidade articular e dos componentes articulares^{4,7}. Dentre eles, os exercícios de alongamento muscular⁹, descritos na prevenção e tratamento de perdas musculoesqueléticas¹⁰. No entanto, não são bem descritos os efeitos morfológicos desta modalidade terapêutica na

articulação talocrural em modelos de envelhecimento natural^{11,12}, junta responsável pelo suporte do peso corporal e essencial para a deambulação¹³. Neste sentido, objetivou-se investigar os efeitos do alongamento mecânico passivo estático sobre a morfologia da cartilagem articular e membrana sinovial da articulação talocrural de ratas *Wistar* jovens e idosas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Grupos experimentais

A amostra foi constituída por ratas fêmeas, da espécie *Rattus norvegicus*, linhagem *Wistar* albino, com idade de \pm seis meses (animais jovens), e \pm 26 meses (grupos idosos). Todos os procedimentos experimentais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Utilização Animal, e seguiram os critérios da Animal Experimentation Ethics.

Os animais foram divididos em quatro grupos: jovens não alongados (GJC; n = 5); jovens alongados (GJA; n = 5); idosos não alongados (GIC; n = 4); idosos alongados (GIA; n = 5).

Protocolo de alongamento

O exercício de alongamento mecânico passivo estático foi realizado no membro pélvico esquerdo, seguindo a metodologia desenvolvida por Zotz¹⁴. O protocolo consistiu em uma série de quatro repetições, com duração de 60 segundos cada, intervaladas por 30 segundos, três vezes por semana por três semanas. Os animais foram acomodados no aparato de alongamento em decúbito dorsal, com a articulação do joelho fixada ao aparato e a articulação do tornozelo em flexão dorsal máxima, expondo a superfície plantar superiormente, na qual foi aplicada a carga

preestabelecida de 80 gramas para os animais jovens, e de 85,3 gramas para os animais idosos. A maior carga aplicada deve-se a rigidez articular mais acentuada em indivíduos idosos¹⁵.

Para a realização do alongamento, foi realizada indução anestésica com quetamina (80 mg/kg) e xilasina (8 mg/kg). Os animais pertencentes aos grupos não alongados (GJC e GIC), passaram por todas as etapas descritas, exceto a aplicação da carga para a realização do alongamento.

Preparação da articulação talocrural

No 22º dia de experimento os animais foram eutanasiados por injeção intracardíaca de superdose anestésica (quetamina - 240 mg/kg; xilasina - 24 mg/kg).

As articulações talocrurais esquerdas foram dissecadas e fixadas em metacarn (70% metanol, 20% clorofórmio e 10% ácido acético glacial), por 48 horas. Após, foram lavadas em água destilada e descalcificadas em ácido tricloroacético 5% por aproximadamente 10 dias. As amostras seguiram os procedimentos de rotina para inclusão em parafina. Micrótomos Olympus CUT 4055 foi usado para obtenção de cortes de 5 µm, corados em hematoxilina e eosina. As lâminas obtidas foram fotomicrografadas com aumento de 40 X em microscópio de luz (*Olympus® BX40*).

No programa *Image Pro-Plus 6.0®* (USA), foram analisadas características histomorfométricas dos tecidos articulares. Foram escolhidas três regiões da cartilagem articular⁷: anterior (R1), média (R2) e posterior (R3). Para a contagem dos condrócitos foi escolhida uma área de 100 µm de profundidade por 200 µm de comprimento, e sobreposta às três regiões. Em relação à mensuração total da espessura da cartilagem, foi definida a distância da superfície articular até a junção osteocondral. A mensuração da zona calcificada, estendeu-se da *tidemark* até a

junção osteocondral, e para a zona superficial da cartilagem, mensurou-se a distância da superfície articular até a *tidemark*.

Ainda, foi observado o aspecto tecidual da cartilagem articular, bem como da membrana sinovial, considerando-se os padrões de normalidade tecidual ou presença de alterações^{7,14}.

Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados com auxílio do programa *Graph Pad Prism* 6.0, e apresentados em média e desvio-padrão. Após constatação da normalidade dos dados, foi utilizado *Analysis of Variance (ANOVA) one-way* com *post hoc* de *Tukey*. O nível de significância aceito foi de 5%.

RESULTADOS

Análise histomorfométrica da articulação talocrural

Os dados da contagem do número de condrócitos estão descritos na tabela 1. Verificou-se que na tíbia houve redução celular apenas na região posterior (R3) nos animais de GIC ($p=0,0328$) e GIA ($p=0,0107$) em relação ao GJC. Resultados mais expressivos foram verificados no número de condrócitos do tálus, onde houve redução celular na cartilagem dos animais idosos em comparação com os jovens. Na região anterior (R1), houve menor número de condrócitos no tálus de GIC em comparação com GJC e GJA ($p=0,0011$; $p=0,0493$), o que também foi constatado em GIA ($p<0,0001$ para GJC e GJA). Nesta região houve ainda menor densidade celular em GIA em relação a GIC ($p=0,0391$). Em R2, região articular média, houve menor número de condrócitos no tálus de GIC ($p=0,0015$; $p=0,0257$) e GIA ($p=0,0009$; $p=0,0176$) em comparação com GJC e GJA, respectivamente. O mesmo

padrão foi verificado para a região articular posterior (R3), com diferença estatística entre GIC ($p=0,0009$; $p=0,0431$) e GIA ($p=0,0002$; $p=0,0097$) quando comparados respectivamente com GJC e GJA.

INSERIR TABELA 1

Na tabela 2 estão descritos os resultados da mensuração da espessura total da cartilagem articular da tíbia e do tálus. Na tíbia, foi observada maior espessura articular em R1 ($p<0,0001$) e R2 ($p<0,0001$) dos animais GJA em relação ao GJC. Diferenças mais acentuadas foram encontradas na comparação entre jovens e idosos, com redução na espessura da cartilagem para GIC e GIA. Na região anterior (R1), houve menor espessura da cartilagem de GIC em comparação com GJC e GJA ($p=0,0318$; $p<0,0001$), enquanto GIA teve menor espessura em relação a GJA ($p<0,0001$). Em R2, a espessura foi menor em GIA ($p=0,0018$) quando comparada com GJC, e menor nos grupos idosos (GIC e GIA) em relação a GJA ($p<0,0001$). Na região articular posterior (R3), GIC e GIA obtiveram menor espessura em relação a GJC ($p=0,0083$; $p=0,0155$, respectivamente), e redução mais evidente quando comparados à GJA ($p<0,0001$).

Quanto à espessura da cartilagem articular do tálus, houve aumento nos animais de GJA em relação ao GJC em R1 e R3 ($p<0,0001$). Para os animais idosos, houve redução na espessura da cartilagem ao longo de toda sua extensão em GIC ($p=0,004$ – R1; $p=0,0001$ – R2; $p<0,0001$ – R3) e GIA ($p=0,0033$ – R1; $p=0,0004$ – R2; $p<0,0004$ – R3) em comparação com GJC, o que também ocorreu nos dois grupos idosos em relação a GJA ($p<0,0001$).

INSERIR TABELA 2

Os dados da mensuração da zona superficial da cartilagem articular, estão apresentados na tabela 3. Houve maior valor na cartilagem de GJA em relação à

GJC em R1 e R2 na tíbia e em R1 e R3 no tálus ($p < 0,0001$, para todas as comparações). Na tíbia, houve redução na espessura da zona superficial nas regiões R1 e R2 dos animais de GIC ($p < 0,0001$) e GIA ($p < 0,0001$) em relação a GJA. Em GIA, verificou-se também menor espessura na região articular média (R2) em comparação ao GJC ($p = 0,0031$). No tálus, houve diminuição na espessura da zona superficial nas regiões anterior (R1) e posterior (R3) tanto em GIC quanto em GIA, quando comparados com GJA ($p < 0,0001$), enquanto a região articular média (R2) mostrou-se diferente entre GIA e GJC ($p = 0,0088$).

INSERIR TABELA 3

Na tabela 4 estão descritos os valores referentes a mensuração da espessura da zona calcificada da cartilagem articular. Assim como nas demais mensurações, verificou-se aumento na espessura em GJA em relação a GJC, em R1 e R2 na tíbia ($p < 0,0001$) e em R1 e R3 ($p < 0,0001$), bem como em R2 ($p = 0,0076$) no tálus.

Houve redução na espessura da zona calcificada nas regiões anterior (R1) e média (R2) dos animais de GIC ($p < 0,0001$) e GIA ($p < 0,0001$) em relação a GJA. No GIC houve também diminuição na espessura em relação a GJC e GJA em R3 ($p < 0,0001$), resultado também observado na comparação de GIA com GJC ($p = 0,0014$) e GJA ($p < 0,0001$) na região articular posterior. No tálus, a espessura da cartilagem calcificada foi menor em GIC em relação a GJC ($p = 0,005$ – R1; $p = 0,0004$ – R2; $p < 0,0001$ – R3) e GJA ($p < 0,0001$, para as três regiões). De maneira similar, houve redução na espessura de GIA em relação a GJC em R1 ($p = 0,0093$) e R3 ($p = 0,0024$), e nas três regiões quando comparada com GJA ($p < 0,0001$).

INSERIR TABELA 4

Análise morfológica da articulação do tornozelo

As articulações de GJC demonstraram morfologia característica na tíbia e no tálus, com a cartilagem articular apresentando superfície lisa e os condrócitos organizados nas quatro zonas celulares normais. Na zona superficial se visualizou densidade celular maior, com células dispostas em aglomerados horizontais, de aspecto achatado. Na zona de transição, assumiram aspecto arredondado e dispuseram-se isoladas ou em grupos isógenos. Em seguida, estavam organizadas em lacunas, correspondendo à zona profunda, separada da zona calcificada pela *tidemark*. A matriz extracelular também se apresentava com aspecto normal, sem a presença de floculações ou fissuras (Fig. 1A). No grupo alongamento (GJA) foi verificada morfologia semelhante (Fig. 1B e 1C).

Em GIC, a superfície da cartilagem articular apresentou *pannus* recobrindo a cartilagem na tíbia, e floculação na superfície do tálus, demonstrando alterações na MEC. Na zona profunda, os condrócitos mostraram-se aumentados quanto à sua área, quando comparados ao GJC e GJA. Também apresentou invaginação do osso subcondral na tíbia e no tálus (Fig. 1D e 1E).

Em GIA, a cartilagem apresentou melhora nos aspectos morfológicos quando comparada ao GIC, com zonas celulares organizadas e superfície lisa na tíbia, e pouca floculação no tálus. No entanto, na zona calcificada, os condrócitos ainda se apresentavam com volume e forma alterados, e constatou-se invaginação do osso subcondral na tíbia e no tálus semelhantes ao GIC (Fig. 1F).

INSERIR FIGURA 1

O aspecto da membrana sinovial em GJC e GJA apresentou características normais, com duas ou três camadas de sinoviócitos na íntima e subíntima, com predominância de células adiposas (Fig. 2A e 2B).

Em GIC houve infiltrado inflamatório nas camadas celulares e na cavidade articular, espessamento e aumento do número de sinoviócitos na íntima, diminuição do número de células adiposas, e aumento da vascularização e de tecido conjuntivo na subíntima (Fig. 2C).

Em GIA, observou-se melhora nos aspectos morfológicos da membrana sinovial, quando comparado ao GIC, apresentando íntima com os sinoviócitos distribuídos regularmente e, na subíntima, número aumentado de células adiposas, e diminuição do tecido conjuntivo e de infiltrado infamatório, aproximando-se de GJC e GJA (Fig. 2D).

INSERIR FIGURA 2

DISCUSSÃO

Nos animais idosos houve menor densidade celular na cartilagem articular, independente da realização do alongamento, redução que se mostrou mais evidente no tálus. Na cartilagem senescente ocorre deterioração progressiva nas funções dos condrócitos, com diminuição da sua atividade mitótica e encurtamento no tamanho dos telômeros cromossomais, eventos resultantes da maior expressão de enzimas relacionadas ao envelhecimento, como metalloproteinase-13 e beta-galactosidase¹⁶.

A redução da densidade celular foi acompanhada de menor espessura da cartilagem articular nos animais idosos, sobretudo os que realizaram o alongamento, diminuição presente ao longo de toda extensão articular, tanto na tíbia quanto no tálus. Infere-se que essa redução é resultado da menor quantidade de condrócitos e menor quantidade de MEC. Estes dados demonstram que a MEC provavelmente é o primeiro componente cartilágneo que se altera durante o envelhecimento, visto que houve redução da espessura da cartilagem na tíbia, nem sempre acompanhada de

diminuição celular. Já no tálus, local responsável pela absorção do impacto, a redução celular associada à perda de MEC foi determinante para a menor espessura da cartilagem.

Modelos de imobilização articular podem ser utilizados como parâmetros comparativos de estudos sobre envelhecimento articular, visto que em ambas as situações ocorre redução progressiva da mobilidade. Kunz⁷ e Maldonado¹⁷ verificaram que a imobilização articular foi determinante para a diminuição da quantidade de condrócitos e espessura cartilágnea, evidenciando que a cartilagem articular necessita da transmissão de carga para sua adequada funcionalidade.

Em contrapartida, constatamos que nos animais jovens que foram submetidos ao alongamento houve pontuais aumentos na espessura cartilágnea. O estímulo mecânico aplicado sobre a articulação e também sobre o músculo sóleo compuseram um fator estressante à cartilagem, promovendo aumento da quantidade de MEC, visto que não houve maior número de células nestes animais. No estudo de Maldonado¹⁷, o exercício físico promoveu aumento na espessura articular e no tamanho dos núcleos celulares, sem aumentar a quantidade de condrócitos, evidenciando maior atividade metabólica.

Lotz¹⁸ descreveram em uma revisão que não estão bem estabelecidos os efeitos do envelhecimento na homeostase celular nas diferentes zonas cartilágneas. Verificamos no presente estudo que a cartilagem articular responde homogeneamente ao envelhecimento, com redução da espessura cartilágnea nas zonas superficial e calcificada, tanto na tíbia quanto no tálus. Do mesmo modo, a aplicação do alongamento promoveu aumento na espessura também homogeneamente, para os animais de GJA. Assim, constatamos que a homeostase

da cartilagem articular é moldada de acordo com o estímulo ao qual este tecido é submetido¹⁹.

Quanto aos aspectos morfológicos da cartilagem articular, verificamos que em GJC e GJA houve padrão de normalidade, como previamente descrito por Kunz⁷. As alterações encontradas em GIC podem ser explicadas pelo processo de envelhecimento, no qual os condrócitos perdem a capacidade de manter ou restabelecer o tecido cartilágneo, com atividade celular em declínio²⁰. Este fato se explica pela diminuição da atividade mitótica dos condrócitos, que também passam a sintetizar agregcans menores e menos proteínas de ligação funcional, levando à formação de agregados de proteoglicanos pequenos e irregulares²¹. A resposta às citocinas anabolizantes que controlam diferentes funções celulares como proliferação, diferenciação, morte celular, sobrevivência e migração, também diminuem consideravelmente com a idade²², e o fator-beta de crescimento que atua sobre a interleucina-1 é reduzido, interferindo na atividade de reparo da cartilagem²³.

Ainda, as alterações deletérias provenientes do processo de envelhecimento, encontradas na análise morfológica do GIC, tanto na cartilagem quanto na membrana sinovial, podem estar relacionadas com a maior rigidez articular, que promove a diminuição da mobilidade articular, interferindo na produção do líquido sinovial e na conseqüente diminuição do suporte nutricional dos tecidos articulares analisados²⁴.

Apesar do exercício de alongamento não ter reestabelecido os parâmetros histomorfométricos alterados nos animais idosos, foi responsável pelo melhor aspecto morfológico da cartilagem articular, melhorando o metabolismo dos componentes que ainda estavam viáveis, o que caracteriza os eventos em tecidos senis^{16,25}. Kunz⁷ verificaram que a remobilização articular foi responsável pela

recuperação das alterações morfológicas promovidas pelo desuso tanto na cartilagem articular quanto na membrana sinovial, assim como verificado no presente estudo.

Os efeitos dos exercícios físicos são normalmente investigados em animais jovens^{7,17,26}, e o alongamento estudado principalmente em músculos²⁷. Porém, as respostas morfológicas das articulações sinoviais ao alongamento durante o envelhecimento são escassas, com estudos focados em humanos e nos aspectos funcionais^{4,28}.

Nos idosos, exercícios físicos são indicados para melhorar a aptidão física e o condicionamento, sendo a mobilidade articular um fator chave para aumentar a eficiência do movimento¹⁴. Apesar de não ter sido estudada a função articular no presente estudo, acreditamos que a melhora morfológica na cartilagem articular e membrana sinovial observada nos animais de GIA comprova experimentalmente o alongamento como modelo de exercício importante para a população idosa.

Sugere-se a realização de um estudo no qual os animais sejam submetidos ao alongamento durante toda sua vida adulta, pensando na prevenção/manutenção dos componentes articulares.

CONCLUSÃO

O protocolo de alongamento mecânico passivo estático reverteu parcialmente as alterações degenerativas decorrentes do processo de envelhecimento nas articulações sinoviais, melhorando os aspectos morfológicos da cartilagem articular e principalmente da membrana sinovial da articulação do tornozelo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária pelo auxílio financeiro, Edital 016/2016.

REFERÊNCIAS

1. Dantas EHM, Pereira SAM, Aragão JC, Ota AH. A preponderância da diminuição da mobilidade articular ou da elasticidade muscular na perda da flexibilidade no envelhecimento. *Fitness & Performance Journal*. 2002;1(3):12-20.
2. IBGE, 2013, Projeção da população. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default_tab.shtm>. Acesso em 21 jun., 2017.
3. ONU. População mundial deve atingir 9,6 bilhões em 2050, diz novo relatório da ONU, 13 jun/2013, Disponível em: < <http://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorio-da-onu/>>. Acesso em: 22 de jun., 2017.
4. Vale RGS, Novaes JS, Dantas EHM. Efeitos do treinamento de força e de flexibilidade sobre a autonomia de mulheres senescentes. *Rev Bras Ci Mov* 2005;13(2):33-40.
5. Fidelis LT, Patrizzi LJ, De Walsh IAP. Influência da prática de exercícios físicos sobre a flexibilidade, força muscular manual e mobilidade funcional em idosos. *Rev Bras Geriatr Gerontol*. 2013;16(1):109-116.
6. Ando A, Hagiwara Y, Chimoto E, Hatori K, Onoda Y, Itoi E. Intra-articular injection of hyaluronan diminishes loss os chondrocytes in a rat immobilizad-knee model. *Tohoku J Exp Medicine*. 2008;215(4):321-331.
7. Kunz RI, Coradini JG, Silva LI, Bertolini GRF, Brancalhão RMC, Ribeiro LFC. Effects of immobilization and remobilization on the ankle joint in Wistar rats. *Braz J Med Biol Res*. 2014;47(10):842-849.
8. Luria A, Chu CR. Articular cartilage changes in maturing athletes: new targets for joint rejuvenation. *Sports Helth*. 2014;6(1):18-30.
9. Serpa EP, Vilela Junior GB, Marchetti PH. Aspectos biomecânicos da unidade musculotendínea sob o efeito do alongamento. *Revista CPAQV*. 2014;6(1).
10. Kamikawa Y, Ikeda S, Harada K, Ohwatashi A, Yoshida A. Passive repetitive stretching for a short duration within a week increases myogenic regulatory factors

- and myosin heavy chain mRNA in rats' skeletal muscle. *The Scientific World Journal*. 2013:1-6.
11. Kodama FY, Camargo RCT, Job AE, Ozaki GAT, Koike TE, Camargo Filho JCS. Propriedades mecânicas do músculo de ratos adultos e idosos, exercitado pós-imobilização. 2012;21(4):218-22.
 12. Martins HRF. Efeitos agudos do alongamento muscular na histomorfometria, e expressão gênica do músculo sóleo de ratas idosas. Dissertação. 2015. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/42101>.
 13. Vieira L, Lovison K, Kunz RI, Antunes JS, Bertolini GRF, Brancalhão RMC, Ribeiro LFC. Resistance exercise recovers the structure of cartilage and synovial membrane of the ankle joint of rats after sciatic compression. *Motriz*, Rio Claro. 2017:23-3.
 14. Zotz TGG, Capriglione LG, Zotz R, Noronha L, Azevedo MVL, Martins HRF, Gomes ARS. Acute effects of stretching exercise on the soleus muscle of female aged rats. *Acta Histochemica*. 2016;118:1-9.
 15. Gallon D, Rodacki ALF, Hernandez SG, Drabovski B, Outi T, Bittencourt LR, Gomes ARS. The Effects of stretching on the flexibility, muscle performance and functionality of institutionalized older women. *Braz J Med Biol Res*. 2011;44:229-235.
 16. Martin JA, Klingelutz AJ, Moussavi-harami F, Buckwalter JA. Effects of oxidative damage and telomerase activity on human articular cartilage chondrocyte senescence. *J Gerontol*. 2004;59(4):324-337.
 17. Maldonado DC, Silva MCP, El-Razi Neto S, Souza MR, Souza RR. The effects of joint immobilization on articular cartilage of the knee in previously exercised rats. *J. Anat*. 2013;222:518-525.
 18. Lotz M, Loeser RF. Effects of aging on cartilage homeostasis. *Bone*. 2012;51(2):241-248.
 19. Ozaki GAT, Kodama FY, Camargo RCT, Job AE, Koike TE, Watanabe AY, Camargo Filho JCS. Análise termogravimétrica da cartilagem articular de ratos exercitados após imobilização. *Rev Bras Med Esporte*. 2015;21(3):210-214.
 20. Martin JA, Buckwalter JA. The role of chondrocyte senescence in the pathogenesis of osteoarthritis and in limiting cartilage repair. *J. Bone Joint Surg. Am*. 2003;2(82):106-110.

21. Verbruggen G, Cornelissen M, Almqvist KF, Wang L, Elewaut D, Broddelez C, De Ridder L, Veys EM. Influence of aging on the synthesis and morphology of the aggrecans synthesized by differentiated human articular chondrocytes. *Osteoarthritis Cartilage*. 2000;8:170-179.
22. Ewers I, Rizzo LV, Filho JK. *Imunologia e envelhecimento*. Einstein. 2008;6:13-20.
23. Scharstuhl A, Van beuningen HM, Vitters EL, Van der kraan PM, Van den berg W B. Loss of transforming growth factor counteraction on interleukin 1 mediated effects in cartilage of old mice. *Ann. Rheum. Dis*. 2002;61:1095-1098.
24. Del Carlo RJ, Galvão MR, Vilorio MIV, Natali AJ, Barbosa ALT, Monteiro BS. Experimental immobilization and remobilization rat knee joints: clinical and microscopic study. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2007;59:363-70.
25. Loeser RF. Aging and Osteoarthritis: the role of chondrocyte senescence and aging changes in the cartilage matrix. *Osteoarthritis Cartilage*. 2009;17(8):971-979.
26. Renner AF, Carvalho E, Soares E, Marttiello-Rosa PTS. The effect of a passive muscle stretching protocol on the articular cartilage. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2006;14(2):196-202.
27. Yamaguchi T, Ishii K. Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on extension power. *J. Strength Cond. Res*. 2005;19(3):677-683.
28. Watt JR, Jackson K, Franz J R, Dicharry J, Evans J, Kerrigan DC. Effect of a supervised hip flexor stretching program on gait in elderly individuals. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2011;3(4):324-329.

Tabela 1. Número de condrócitos da cartilagem articular da tíbia e do tálus.

Número de Condrócitos		Grupos			
		GJC	GJA	GIC	GIA
Tíbia	R1	34,2 ± 4,6	32,4 ± 3,4	32,0 ± 5,0	31,2 ± 6,3
	R2	37,2 ± 2,7	34,0 ± 2,1	31,0 ± 5,9	30,0 ± 5,0
	R3	37,2 ± 5,2	32,8 ± 4,4	28,3 ± 3,8 ^a	27,2 ± 3,5 ^a
		Grupos			
		GJC	GJA	GIC	GIA
Tálus	R1	38,4 ± 2,2	35,2 ± 1,9	30,5 ± 2,9 ^{ab}	25,6 ± 2,7 ^{abc}
	R2	35,0 ± 2,9	32,2 ± 2,2	26,0 ± 2,6 ^{ab}	26,0 ± 3,5 ^{ab}
	R3	41,2 ± 2,0	36,0 ± 3,2	28,3 ± 6,7 ^{ab}	26,8 ± 2,9 ^{ab}

R1 (região articular anterior); R2 (região articular média); R3 (região articular posterior).

GJC – grupo jovem controle; GJA – grupo jovem alongado; GIC – grupo idoso controle; GIA – grupo idoso alongado.

Os valores representam a média ± desvio padrão.

^a – diferente de GJC; ^b – diferente de GJA; ^c – diferente de GIC.

Tabela 2. Mensuração da espessura total da cartilagem articular da tíbia e do tálus.

Espessura		Grupos			
		GJC	GJA	GIC	GIA
Tíbia	R1	140,01 ± 11,08	227,89 ± 13,37 ^a	119,57 ± 3,69 ^{ab}	123,86 ± 6,77 ^b
	R2	130,03 ± 7,44	199,49 ± 8,97 ^a	121,99 ± 6,31 ^b	110,35 ± 2,53 ^{ab}
	R3	134,39 ± 3,62	145,59 ± 8,85	117,51 ± 6,04 ^{ab}	119,80 ± 6,70 ^{ab}
		Grupos			
		GJC	GJA	GIC	GIA
Tálus	R1	145,73 ± 4,10	220,50 ± 13,84 ^a	118,09 ± 7,53 ^{ab}	119,10 ± 10,62 ^{ab}
	R2	152,09 ± 7,10	155,63 ± 11,63	116,84 ± 9,41 ^{ab}	121,54 ± 6,57 ^{ab}
	R3	143,09 ± 3,90	197,71 ± 4,22 ^a	113,65 ± 5,95 ^{ab}	118,59 ± 11,41 ^{ab}

R1 (região articular anterior); R2 (região articular média); R3 (região articular posterior).

GJC – grupo jovem controle; GJA – grupo jovem alongado; GIC – grupo idoso controle; GIA – grupo idoso alongado.

Os valores representam a média ± desvio padrão.

^a – diferente de GJC; ^b – diferente de GJA.

Tabela 3. Mensuração da espessura das zonas superficiais da cartilagem articular da tíbia e do tálus.

Espessura		Grupos			
		GJC	GJA	GIC	GIA
Tíbia	R1	66,79 ± 7,94	116,65 ± 7,99 ^a	55,03 ± 2,03 ^b	57,31 ± 6,99 ^b
	R2	63,81 ± 4,72	94,67 ± 5,41 ^a	57,68 ± 6,22 ^b	50,62 ± 2,71 ^{ab}
	R3	56,90 ± 4,82	66,02 ± 6,38	58,09 ± 9,19	54,94 ± 7,55
		Grupos			
		GJC	GJA	GIC	GIA
Tálus	R1	52,21 ± 3,38	90,39 ± 5,74 ^a	49,55 ± 1,75 ^b	47,35 ± 11,80 ^b
	R2	67,53 ± 3,61	59,26 ± 5,23	53,63 ± 8,23	48,45 ± 12,17 ^a
	R3	54,70 ± 4,85	85,62 ± 5,72 ^a	52,63 ± 3,75 ^b	47,91 ± 7,18 ^b

R1 (região articular anterior); R2 (região articular média); R3 (região articular posterior).

GJC – grupo jovem controle; GJA – grupo jovem alongado; GIC – grupo idoso controle; GIA – grupo idoso alongado.

Os valores representam a média ± desvio padrão.

^a – diferente de GJC; ^b – diferente de GJA.

Tabela 4. Mensuração da espessura da zona calcificada da cartilagem articular da tíbia e do tálus.

Espessura		Grupos			
		GJC	GJA	GIC	GIA
Tíbia	R1	73,22 ± 3,49	111,23 ± 6,17 ^a	64,70 ± 4,02 ^b	66,55 ± 7,89 ^b
	R2	66,22 ± 3,96	104,82 ± 8,53 ^a	64,31 ± 6,90 ^b	59,73 ± 3,18 ^b
	R3	77,49 ± 4,24	79,56 ± 2,89	59,43 ± 4,24 ^{ab}	64,94 ± 5,11 ^{ab}
		Grupos			
		GJC	GJA	GIC	GIA
Tálus	R1	93,52 ± 2,85	130,23 ± 13,11 ^a	68,54 ± 6,82 ^{ab}	71,75 ± 10,03 ^{ab}
	R2	82,94 ± 3,43	96,37 ± 6,83 ^a	63,21 ± 2,00 ^{ab}	73,09 ± 7,23 ^b
	R3	88,39 ± 2,00	112,09 ± 2,83 ^a	61,03 ± 7,76 ^{ab}	70,68 ± 9,58 ^{ab}

R1 (região articular anterior); R2 (região articular média); R3 (região articular posterior).

GJC – grupo jovem controle; GJA – grupo jovem alongado; GIC – grupo idoso controle; GIA – grupo idoso alongado.

Os valores representam a média ± desvio padrão.

^a – diferente de GJC; ^b – diferente de GJA.

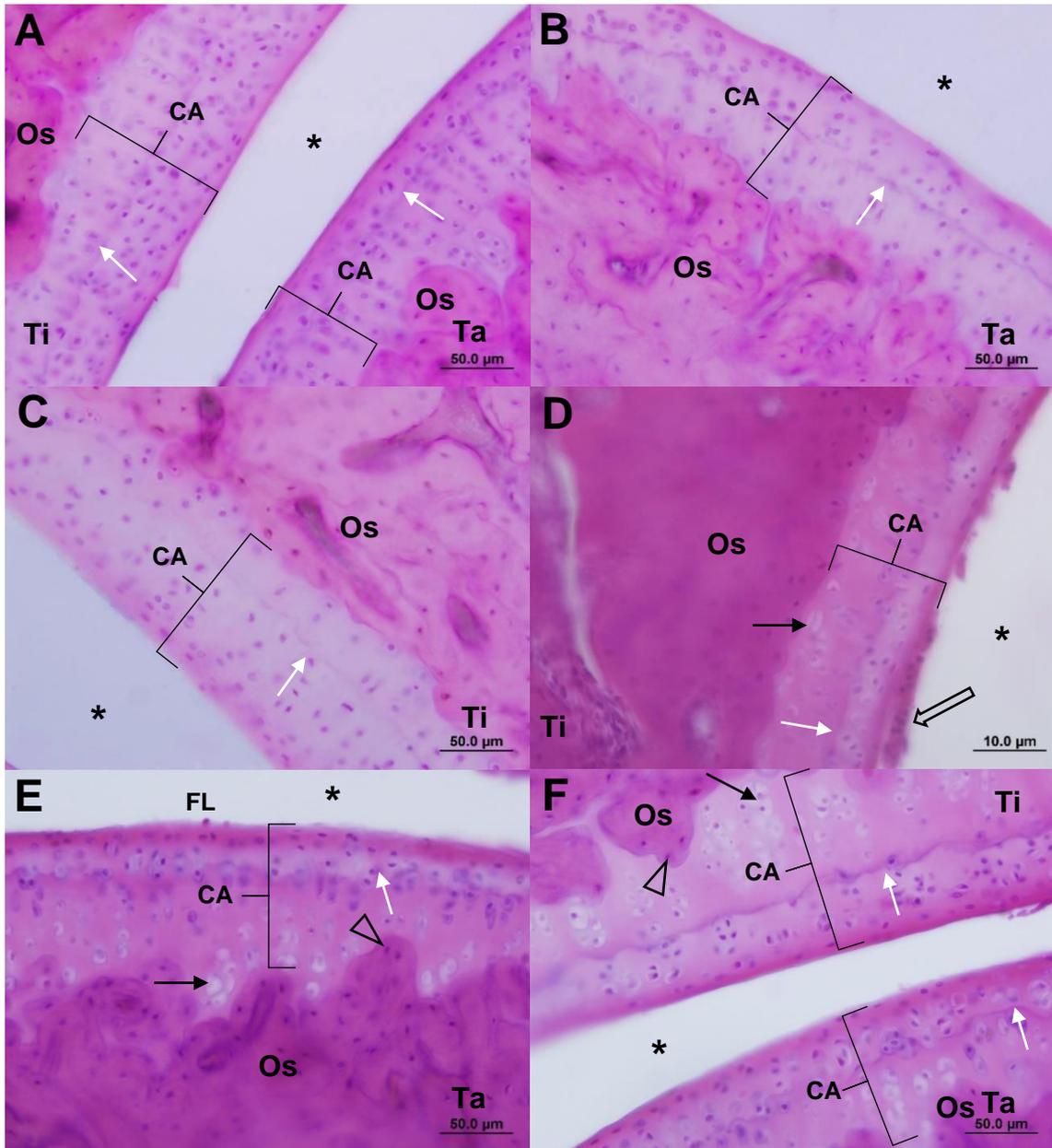


Figura 1: Fotomicrografias da cartilagem articular da articulação do tornozelo de ratas *Wistar*, corte sagital, coloração em hematoxilina e eosina. Em **A**, grupo jovem controle (GJC), em **B** e **C**, grupo jovem alongamento (GJA): vista panorâmica da cartilagem articular (CA) da tíbia (Ti) e do tálus (Ta) com superfície lisa e condrócitos dispostos em camadas; *tidemark* (seta branca) e osso subcondral (Os) íntegros; cavidade articular (asterisco). Em **D**, (tíbia) grupo GIC: *tidemark* (seta branca); osso subcondral (Os); cavidade articular (asterisco); presença de *pannus* (seta vazada) na tíbia; desorganização celular (seta preta). Em **E**, (tálus): grupo GIC; *tidemark* (seta branca); osso subcondral (Os); cavidade articular (asterisco); invaginação do osso subcondral (ponta de seta); grupos isógenos e desorganização celular (seta preta); presença de floculação (FL). Em **F**, grupo GIA: tíbia (Ti) e tálus (Ta); osso subcondral (Os); cavidade articular (asterisco); *tidemark* (seta branca); invaginação do osso subcondral (ponta de seta) presente em tíbia e tálus; grupos isógenos e desorganização celular (seta preta).

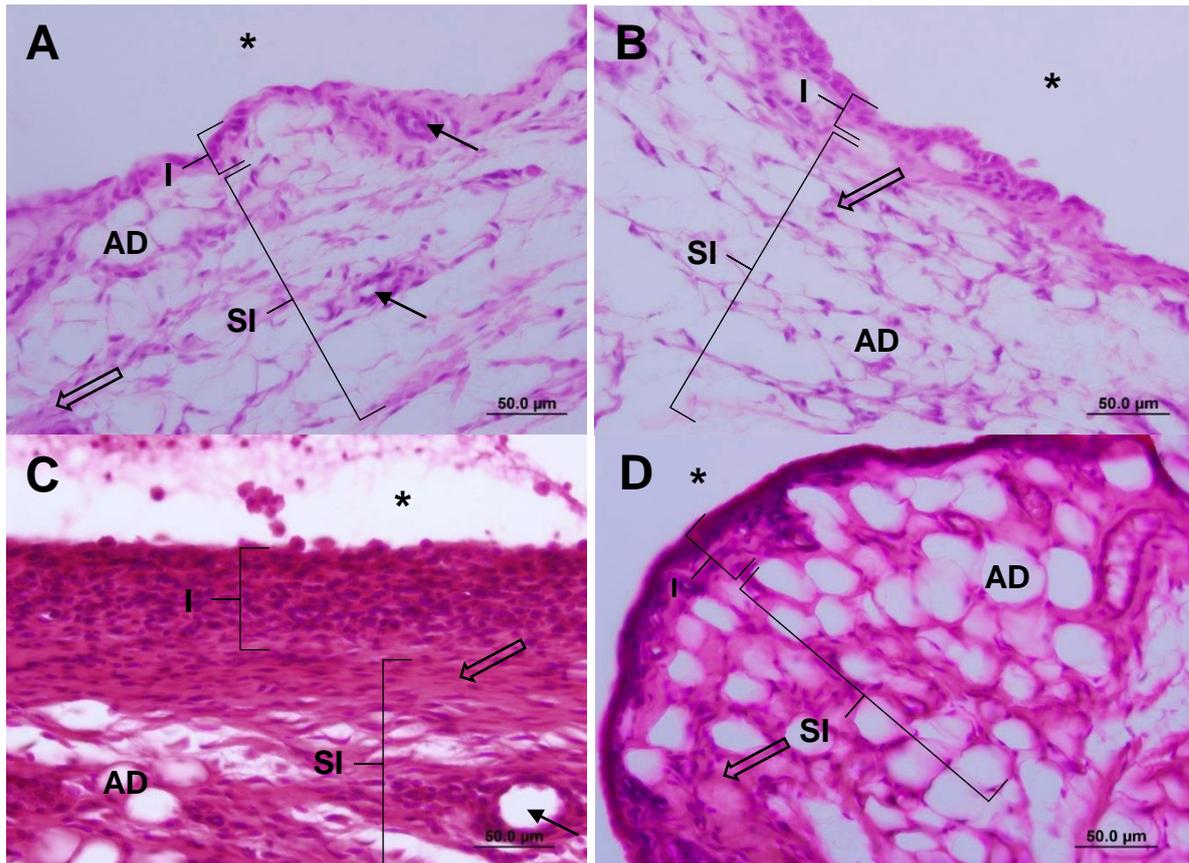


Figura 2: Fotomicrografias da membrana sinovial da articulação talocrural de ratas *Wistar*, corte sagital, coloração em hematoxilina e eosina. Em **A**, grupo jovem controle (GJC): membrana com os sinoviócitos dispostos de forma delgada na íntima sinovial (I), e na subíntima (SI) com predominância de células adiposas (AD) e pequena quantidade de tecido conjuntivo (seta vazada); capilares (seta fina); cavidade articular (asterisco). Em **B**, grupo jovem alongamento (GJA): membrana sinovial de aspecto morfológico normal, íntima sinovial (I), subíntima (SI) com predominância de células adiposas (AD) e pequena quantidade de tecido conjuntivo (seta vazada). Em **C**, grupo idoso controle (GIC): presença de infiltrado inflamatório nas camadas sinoviais e na cavidade articular (asterisco); íntima espessa (I), com aumento do número de células; subíntima (SI) com diminuição do número de células adiposas (AD) e aumento do tecido conjuntivo (seta vazada); presença de capilar sanguíneo (seta fina). Em **D**, grupo idoso alongamento (GIA): íntima (I) com aspecto normal, subíntima (SI) com característica adiposa, células adiposas (AD) e pequeno número de tecido conjuntivo (seta vazada).

ANEXO A

Instruções aos Autores

A Revista Brasileira de Medicina do Esporte - RBME (Brazilian Journal of Sports Medicine), órgão oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte (SBMEE), é publicada bimestralmente em seis edições ao ano (jan/fev, mar/abr, maio/jun, jul/ago, set/out e nov/dez), com versões em português e inglês. A RBME é indexada nas seguintes bases bibliográficas: SciELO, Web of Science, Excerpta Medica-EMBASE, Physical Education Index, LILACS, SIRC-Sportdiscus, e Scopus.

A publicação segue integralmente o padrão internacional do International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), ou Convenção de Vancouver, e seus requisitos de uniformização[<http://www.icmje.org/>].

Taxa de Publicação: Para possibilitar a sustentabilidade e continuidade da RBME, informamos aos autores que a partir de janeiro de 2014 foi instituída uma taxa de publicação de artigos. Os autores são responsáveis pelo pagamento da taxa dos trabalhos aceitos para publicação, que será cobrada do autor correspondente quando o trabalho for aprovado. Após a aceitação do manuscrito comunicada pelo editor-chefe, os autores deverão efetuar um depósito bancário em nome da Associação Brasileira de Medicina do Esporte, CNPJ 30.504.005-0001-12, Banco Bradesco, agencia 0449, Conta 0001353-6. O comprovante de depósito deve ser enviado para o e-mail atharbme@uol.com.br mencionando o número de protocolo do trabalho (RBME-0000), o título do artigo e o nome do autor correspondente. Caso não ocorra o envio do artigo nos idiomas português e inglês, será cobrada uma taxa para tradução.

Valores: Para os associados da Sociedade Brasileira de Medicina e do Exercício e do Esporte (SBMEE) o valor corresponde a R\$ 1.250,00 (US\$ 430) e para não sócios, R\$ 1.450,00 (US\$ 530). Por ocasião da submissão do manuscrito, após completar o cadastro, o autor deve ler e concordar com os termos de originalidade, relevância e qualidade, bem como sobre a cobrança da taxa. Ao indicar ciência destas normas, o manuscrito será registrado no sistema para avaliação.

Instruções para envio de manuscritos: Todos os artigos deverão ser submetidos diretamente no site <http://submission.scielo.br/index.php/rbme>. Na submissão eletrônica do artigo, os autores deverão anexar como documentos suplementares: (1) Termo de Divulgação de Potencial Conflito de Interesses; (2) Termo de Transferência de Direitos Autorais; (3) Declaração de Contribuição dos Autores, com o número do ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*) de cada autor. Não serão aceitas submissões por e-mail, correios ou quaisquer outras vias que não a

submissão eletrônica no site mencionado.

Dupla submissão: Os artigos submetidos à RBME serão considerados para publicação somente com a condição de que não tenham sido publicados ou não estejam em processo de avaliação para publicação em outro periódico, seja na sua versão integral ou em parte. A RBME não considerará para publicação artigos cujos dados tenham sido disponibilizados na Internet para acesso público. Se houver, no artigo submetido, algum material em figuras ou tabelas já publicados em outro local, a submissão do artigo deverá ser acompanhada de cópia do material original e da permissão por escrito para reprodução do material.

Conflito de interesses: Os autores deverão explicitar qualquer potencial conflito de interesses relacionado ao artigo submetido, conforme determinação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC 102/ 2000) e do Conselho Federal de Medicina (Resolução nº 1.595/2000). Esta exigência visa informar aos editores, revisores e leitores sobre relações profissionais e/ou financeiras (como patrocínios e participação societária) com agentes financeiros relacionados a produtos farmacêuticos ou equipamentos envolvidos no trabalho, os quais podem, teoricamente, influenciar as interpretações e conclusões do mesmo. A declaração de conflito de interesses será publicada ao final de todos os artigos.

Bioética de experimentos com seres humanos: A realização de experimentos envolvendo seres humanos deve seguir a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96) disponível em <http://www.conselho.saude.gov.br>, incluindo a assinatura de um Termo de Consentimento Informado e a proteção da privacidade dos voluntários.

Bioética de experimentos com animais: A realização de experimentos envolvendo animais deve seguir resoluções específicas (Lei nº 6.638, de 08 de maio de 1979; e Decreto nº 24.645 de 10 de julho de 1934).

Ensaio clínico: A RBME apoia a políticas de registro de ensaios clínicos da Organização Mundial de Saúde (OMS) e do International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), reconhecendo a importância destas iniciativas para o registro e divulgação internacional de informação sobre estudos clínicos em acesso aberto. Sendo assim, somente serão aceitos para publicação os artigos de pesquisas clínicas que tenham recebido um número de identificação em um dos Registros de Ensaio Clínico validados pelos critérios estabelecidos pela OMS e ICMJE [<http://www.icmje.org/about-icmje/faqs/clinical-trials-registration/>], cujos endereços eletrônicos estão disponíveis na página do ICMJE. O número de identificação deverá ser registrado no texto do artigo.

Revisão por pares (*Peer-review*): Todos os artigos submetidos serão avaliados, por pareceristas (na modalidade duplo-cego) com experiência e competência profissional na respectiva área do trabalho e emitirão pareceres que serão utilizados

pelos editores para decidir sobre a aceitação do mesmo. Os critérios de avaliação dos artigos incluem: originalidade, contribuição relevante para a área, metodologia adequada, clareza e atualidade. Considerando o crescente número de submissões à RBME, artigos serão também avaliados quanto à sua relevância e contribuição para o conhecimento específico na área. Assim, artigos com metodologia adequada e resultados condizentes poderão não ser aceitos para publicação se julgados como sendo de baixa relevância pelos editores. Tal decisão de recusa não estará sujeita a recurso ou contestação por parte dos autores. Os artigos aceitos para publicação poderão sofrer revisões editoriais para facilitar sua clareza e entendimento sem, contudo, alterar o conteúdo.

Correção de provas gráficas: Logo que prontas, as provas gráficas em formato eletrônico serão enviadas por e-mail para o autor correspondente. Os autores deverão devolver, também por e-mail, a prova gráfica com as devidas correções em, no máximo, 48h após o seu recebimento. A medida visa agilizar o processo de revisão e publicação do artigo.

Direitos autorais: Todas as declarações publicadas nos artigos são de inteira responsabilidade dos autores. Entretanto, todo material publicado torna-se propriedade da editora, que passa a reservar os direitos autorais. Portanto, nenhum material publicado na RBME poderá ser comercializado sem a permissão por escrito da editora. Todos os autores de artigos submetidos à RBME deverão redigir e assinar um Termo de Transferência de Direitos Autorais, que entrará em vigor a partir da data de aceite do trabalho.

Preparação de manuscritos: O periódico RBME recebe os seguintes tipos de manuscritos: artigo original, artigo de revisão, revisão sistemática, atualização, meta-análise, relato de caso e artigo comentado. Os artigos submetidos devem ser digitados em espaço duplo, fonte Arial 12 em página tamanho A4, sem numerar linhas ou parágrafos. Figuras e tabelas devem ser apresentados ao final do artigo em páginas separadas. No corpo do texto deve-se informar os locais para inserção das tabelas ou figuras. Números menores que 10 são escritos por extenso, enquanto que números maiores ou igual a 10 são expressos em algarismos arábicos. Os manuscritos que não estiverem de acordo com as instruções aos autores em relação a estilo e formato serão devolvidos sem revisão pelo Conselho Editorial. As medidas deverão ser expressas no Sistema Internacional (Système International, SI), disponível em <http://physics.nist.gov/cuu/Units> e unidades padrão, quando aplicável. Recomenda-se aos autores não usar abreviações no título e limitar a sua utilização no resumo e ao longo do texto. Os nomes genéricos devem ser usados para todas as drogas. Os fármacos podem ser referidos pelo nome comercial, porém, deve constar o nome, cidade e país ou endereço eletrônico do fabricante entre parênteses na seção Materiais e Métodos.

Abreviaturas: O uso de abreviaturas deve ser minimizado. As abreviaturas deverão ser definidas por ocasião de sua primeira utilização no resumo e também no texto. Abreviaturas não padronizadas não devem ser utilizadas, a menos que essas apareçam pelo menos três vezes no texto. Unidades de medida (3 ml ou 3 mL, e não 3 mililitros) ou símbolos científicos padrão (elementos químicos, por exemplo, Na, e não sódio) não são consideradas abreviaturas, e portanto, não devem ser definidos. Abreviar nomes longos ou substâncias químicas e termos utilizados para combinações terapêuticas. Abreviaturas em figuras e tabelas podem ser utilizadas por razões de espaço, porém devem ser definidas na legenda, mesmo que tenham sido definidas no texto do artigo.

Identificação dos autores: O número do ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*, <http://orcid.org/>) de cada um dos autores deve ser informado na declaração de contribuição dos autores, conforme modelo abaixo.

Declaração de contribuição de autores: A declaração da contribuição dos autores deverá ser incluída ao final do artigo com utilização de dois critérios mínimos de autoria, entre eles:

- Contribuição substancial na concepção ou desenho do trabalho, ou aquisição, análise ou interpretação dos dados para o trabalho;
- Redação do trabalho ou revisão crítica do seu conteúdo intelectual;
- Aprovação final da versão do manuscrito a ser publicado;
- Estar de acordo em ser responsabilizado por todos os aspectos do trabalho, no sentido de garantir que qualquer questão relacionada à integridade ou exatidão de qualquer de suas partes sejam devidamente investigadas e resolvidas.

Todos os artigos deverão incluir a descrição da contribuição dos autores, conforme modelo:

“Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. MJ (0000-0000-0000-0000)*: redação, revisão e realização das cirurgias; CPV (0000-0000-0000-0000)*: cirurgias, análise dos dados e redação. JVC (0000-0000-0000-0000)*: análise estatística, cirurgias e revisão. OMA (0000-0000-0000-0000)*: análise das lâminas e revisão. MASP (0000-0000-0000-0000)*: redação e revisão e conceito intelectual. ACA (0000-0000-0000-0000)*: cirurgia, redação, análise estatística, conceito intelectual e confecção de todo o projeto de pesquisa. *ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*).”

Formato dos arquivos: Usar editor de texto Microsoft Word para Windows ou equivalente. Arquivos em formato PDF não serão aceitos. As tabelas e quadros deverão estar em seus arquivos originais (Excel, Acess, Powerpoint, etc.) As figuras deverão estar nos formatos jpg ou tif em alta resolução (300 dpis). As figuras deverão estar incluídas no arquivo Word, mas também devem ser enviadas separadamente (anexadas durante a submissão do artigo como documento suplementar em seus arquivos originais).

Página de rosto: A página de rosto deve conter (1) a categoria do artigo; (2) o título do artigo em português, inglês e espanhol com até 80 caracteres cada, e deve ser objetivo e informativo; (3) os nomes completos dos autores; instituição; formação acadêmica de origem (a mais relevante); cidade, estado e país; (4) nome do autor correspondente, com endereço completo, telefone e e-mail. A titulação dos autores não deve ser incluída. O nome completo de cada autor (sem abreviações); e sua afiliação institucional (nota: as unidades hierárquicas devem ser apresentadas em ordem decrescente, por exemplo, universidade, faculdade ou instituto e departamento) devem ser informados. Os nomes das instituições e programas deverão ser apresentados preferencialmente por extenso e na língua original da instituição ou na versão em inglês quando a escrita não é latina (p.ex. árabe, mandarim ou grego);

Resumo: O resumo em português, inglês e espanhol deve ser incluído no manuscrito. Em cada um dos idiomas não deve conter mais do que 300 palavras. A versão estruturada é obrigatória nos artigos originais, e inclui introdução, objetivos, métodos, resultados e conclusão. Artigos de revisão não requerem resumo estruturado.

Resumos Gráficos (*graphical abstract*) serão aceitos. A informação deverá ser composta de imagem concisa, pictórica e visual das principais conclusões do artigo. Pode ser tanto a figura de conclusão do artigo ou uma figura que é especialmente concebida para este fim, que capta o conteúdo do artigo para os leitores em um único olhar. As figuras incluem todas as ilustrações, tais como fotografias, desenhos, mapas, gráficos, etc, e deve ser identificado com o nome do artigo. O envio de resumo gráfico (*graphical abstract*) é opcional e deve ser encaminhado em arquivo separado e identificado. O arquivo deve ter extensão.tif e/ou jpg. Também são aceitos arquivos com extensão.xls (Excel);.eps;.psd para ilustrações em curva (gráficos, desenhos e esquemas). Ademais no resumo deve ser incluídos o Nível de Evidência e o Tipo de Estudo, conforme tabela de classificação anexada ao final deste texto.

Palavras-chave: O artigo deve incluir no mínimo três e no máximo seis descritores nas versões português, inglês e espanhol, baseados nos Descritores de Ciências da Saúde (DeCS) <http://decs.bvs.br/> ou no Medical Subject Headings (MeSH) da National Library of Medicine, disponível em <http://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html> ou baseados no Medical Subject-Heading (MeSH), do Index Medicus (<http://www.nlm.nih.gov/mesh/>).

Introdução: A introdução deve conter (1) justificativa objetiva para o estudo, com referências pertinentes ao assunto, sem realizar uma revisão extensa; (2) objetivo do artigo.

Materiais e Métodos: Esta seção deve descrever os experimentos (quantitativa e qualitativamente) e os procedimentos em detalhes suficientes que permitam que

outros pesquisadores reproduzam os resultados ou deem continuidade ao estudo e deverá conter: (1) a descrição clara da amostra utilizada; (2) termo de consentimento livre e esclarecido, para estudos experimentais envolvendo seres humanos; (3) identificação dos métodos, aparelhos (nome do fabricante e endereço, cidade e país devem ser mencionados entre parênteses) e procedimentos utilizados; (4) descrição breve e referências de métodos publicados, mas não amplamente conhecidos; (5) descrição detalhada de métodos novos ou modificados; (6) quando pertinente, incluir a análise estatística e os programas utilizados. Importante: Ao relatar experimentos com seres humanos ou animais, indicar se os procedimentos seguiram as normas do Comitê Ético sobre Experiências Humanas da instituição na qual a pesquisa foi realizada, e se os procedimentos estão de acordo com a declaração de Helsinki de 1995 e a Animal Experimentation Ethics, respectivamente. Os autores devem incluir uma declaração indicando que o protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição (instituição de afiliação de pelo menos um dos autores), com o respectivo número de identificação. Também deve incluir que o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado por todos os participantes.

Resultados: Apresentar os resultados em sequência lógica no texto, usando tabelas e figuras. Evitar repetição excessiva de dados no texto, em tabelas ou figuras, porém, enfatizar somente as descobertas mais importantes.

Discussão: Enfatizar os aspectos originais e importantes do estudo e as conclusões que decorrem deste, evitando, porém, repetir dados já apresentados em outras partes do manuscrito. Em estudos experimentais, ressaltar a relevância e limitações dos resultados, confrontando com os dados da literatura e incluindo implicações para estudos futuros.

Conclusões: A conclusão deve ser clara e concisa, baseada nos resultados obtidos, estabelecendo ligação com implicações clínicas evitando, porém, excessiva generalização). A mesma ênfase deve ser dada a estudos com resultados negativos ou positivos. Recomendações podem ser incluídas, quando relevantes.

Agradecimentos: Quando pertinente, incluir agradecimento ou reconhecimento a pessoas que tenham contribuído para o desenvolvimento do trabalho, porém não se qualificam como coautores. Fontes de financiamento como auxílio a pesquisa e bolsas de estudo devem ser reconhecidos nesta seção. Os autores deverão obter permissão por escrito para mencionar nomes e instituições de todos os que receberam agradecimentos nominais.

Referências: As referências devem ser numeradas na sequência em que aparecem no texto, em formato sobrescrito. As referências citadas somente em legendas de tabelas ou figuras devem ser numeradas de acordo com sequência estabelecida pela primeira menção da tabela ou da figura no texto. O estilo das referências

bibliográficas deve seguir as regras do Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals (International Committee of Medical Journal Editors disponível em Ann Intern Med. 1997;126(1):36-47 <http://www.icmje.org>). Alguns exemplos são mostrados a seguir. Os títulos dos periódicos devem ser abreviados de acordo com o Index Medicus (List of Journals Indexed disponível em: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>). Se o periódico não constar dessa lista, deve-se utilizar a abreviatura sugerida pelo próprio periódico. Deve-se evitar utilizar “comunicações pessoais” ou “observações não publicadas” como referências. Resumos de trabalhos apresentados em eventos devem ser utilizados somente se for a única fonte de informação. Todas as referências do ano atual ou dos cinco anos anteriores devem estar em negrito.

Exemplos:

1) Artigo padrão em periódico

Deve-se listar todos os autores até seis. Se existirem mais, citar os seis primeiros autores, seguidos por *et al.*

Exemplo: Autor(es). Título do artigo. Título do periódico. Ano;volume(número da edição):página inicial-final.

Goate AM, Haynes AR, Owen MJ, Farrall M, James LA, Lai LY, et al. Predisposing locus for Alzheimer's disease on chromosome 21. Lancet. 1989;1(8634):352-5.

2) Autor institucional

The Royal Marsden Hospital Bone-Marrow Transplantation Team. Failure of syngeneic bone-marrow graft without preconditioning in post-hepatitis marrow aplasia. Lancet. 1977;2(8041):742-4.

3) Livro com autor(es) responsável (is) por todo o conteúdo

Armour WJ, Colson JH. Sports injuries and their treatment. 2nd ed. London: Academic Press; 1976.

4) Livro com editor(es) como autor(es)

Diener HC, Wilkinson M, editors. Drug-induced headache. New York: Springer-Verlag; 1988.

5) Capítulo de livro

Weinstein L, Swartz MN. Pathologic properties of invading microorganisms. In: Sodeman WA Jr, Sodeman WA, editors. Pathologic physiology: mechanisms of disease. Philadelphia: Saunders; 1974. p.457-72.

6) Material eletrônico

Autor (es). Título do artigo. Título do periódico abreviado [suporte]. Data de publicação [data de acesso com a expressão “acesso em”]; volume (número):páginas inicial-final ou [número de páginas aproximado]. Endereço eletrônico com a expressão “Disponível em:” Exemplo: Pavezi N, Flores D, Perez CB. Proposição de um conjunto de metadados para descrição de arquivos fotográficos considerando a Nobrade e a Sepiades. Transinf. [Internet]. 2009 [acesso em 2010 nov 8]; 21(3):197-205. Disponível em: <http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/transinfo/article/view/501>

Tabelas: As tabelas devem ser elaboradas em espaço 1,5 devendo ser planejadas

para ter como largura uma (8,7cm) ou duas colunas (18 cm). Cada tabela deve possuir um título sucinto. Notas explicativas serão incluídas em notas de rodapé. A tabela deve conter médias e medidas de dispersão (Desvio Padrão, Erro Padrão da Média, etc.), não devendo conter casas decimais irrelevantes. As abreviaturas devem estar de acordo com aquelas utilizadas no texto e nas figuras. Os códigos de identificação de itens da tabela devem estar listados na ordem de surgimento no sentido horizontal e devem ser identificados pelos símbolos padrão. Os quadros e tabelas deverão ser enviados através dos arquivos originais editáveis (Word, Excel) e não como imagens.

Figuras: Na versão impressa da RBME serão aceitas figuras em preto-e-branco. Imagens coloridas poderão ser publicadas quando forem essenciais para o conteúdo científico do artigo. Nestes casos, o custo será repassado aos autores. Figuras coloridas poderão ser incluídas na versão eletrônica do artigo sem custo adicional aos autores. Os desenhos e figuras devem ser consistentes e tão simples quanto possível, porém informativos. Tons de cinza não devem ser utilizados. Todas as linhas devem ser sólidas. Para gráficos de barra, por exemplo, utilizar barras brancas, pretas, com linhas diagonais nas duas direções, linhas em xadrez, linhas horizontais e verticais. A RBME desaconselha fortemente o uso de fotografias de equipamentos e animais de experimentação. As figuras devem ser impressas com bom contraste e ter a largura de uma coluna (8,7cm). Quando a figura representar uma radiografia ou fotografia, sugerimos incluir a escala de tamanho, quando pertinente.

Por favor, note que é de responsabilidade dos autores obter permissão do detentor dos direitos autorais para reproduzir figuras (ou tabelas) que tenham sido previamente publicados em outras fontes. De acordo com os princípios do acesso aberto, os autores devem ter permissão do detentor dos direitos, caso desejem incluir imagens que tenham sido publicados em outros periódicos de acesso não aberto. A permissão deve ser indicada na legenda da figura, e a fonte original deve ser incluída na lista de referências.

Vídeos

O envio de vídeo é opcional, e irá acompanhar a versão *online* do artigo. Deve ser encaminhado junto com o artigo em arquivo separado e acompanhado de legenda. Os vídeos devem ser enviados em formato digital MP4.

Tipos de artigos

Artigo original: A RBME aceita todo tipo de pesquisa original nas áreas de Medicina e Ciências do Exercício e do Esporte, incluindo pesquisas com seres humanos e pesquisa experimental. O artigo deve conter os seguintes itens: Resumo estruturado, Palavras-chave, Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão e Conclusões.

Artigos de revisão: Artigos de revisão são usualmente encomendados pelo editor a autores com experiência comprovada na área. Estes expressam a experiência do autor e não devem refletir apenas uma revisão da literatura. Artigos de revisão deverão abordar temas específicos com o objetivo de atualizar os leitores com

temas, tópicos ou questões específicas nas áreas de Medicina e Ciências do Exercício e do Esporte. O Conselho Editorial avaliará a qualidade do artigo, a relevância do tema escolhido e o comprovado destaque dos autores na área específica abordada. A inadequação de qualquer um dos itens acima acarretará na recusa do artigo pelos editores, sem passar por revisão por pares.

Revisão sistemática/atualização/meta-análise: A RBME encoraja os autores a submeter artigos de revisão sistemática da literatura nas áreas de Medicina e Ciências do Exercício e do Esporte. O Conselho Editorial avaliará a qualidade do artigo, a relevância do tema escolhido, o procedimento de busca bibliográfica, os critérios para inclusão dos artigos e o tratamento estatístico utilizado. A inadequação de qualquer um dos itens acima acarretará na recusa do artigo pelos editores, sem passar por revisão por pares.

Submissão de artigos: Desde janeiro de 2008 a RBME adota o Sistema SciELO de Publicação e Submissão online disponível em <http://submission.scielo.br/index.php/rbme/login>. Os autores deverão seguir as instruções de cadastro e incluir os artigos no próprio sistema.

Recomendações para artigos submetidos à Revista Brasileira de Medicina do Esporte.

Tipo de Artigo	Resumo	Número de palavras**	Referências	Figuras	Tabelas
Original	Estruturado o máximo 300 palavras	2.500	30	10	6
Revisão*/Revisão Sistemática/ Meta-análise	Não estruturado o máximo 300 palavras	4.000	60	3	2
Atualização	Não estruturado o máximo 300 palavras	4.000	60	3	2

*a convite dos Editores; ** excluindo resumo, referências, tabelas e figuras.

Todo o conteúdo do periódico, exceto especificado de outra forma, está licenciado sob licença Creative Commons atribuição-tipo BY-NC.

Caso ocorra a necessidade de esclarecimentos adicionais, favor entrar em contato com a Atha Comunicação e Editora. Rua Machado Bittencourt, 190, 4º andar - Vila Mariana.

CEP: 04044-000. São Paulo, SP, Brasil. atharbme@uol.com.br – Telefones: 55-11-5087-9502 / 5579-5308 com Ana Carolina de Assis / Arthur T. Assis.

ANEXO B



Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Comitê de Ética em Pesquisa no Uso de Animais



Curitiba, 03 de Dezembro de 2015.

PARECER DE PROTOCOLO DE PESQUISA

REGISTRO DO PROJETO: 0992/2015 (EMENDA – Inclusão de Pesquisadores)

TÍTULO DO PROJETO: Efeitos do alongamento no musculo esquelético de ratas idosas: avaliação morfológica e molecular

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Talita Gianello Gnoato Zotz

EQUIPE DE PESQUISA: Talita Gianello Gnoato Zotz, Anna Raquel Silveira Gomes, Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro, Hilana Ricki Fluzza Martins, Rafael Zotz, Keli Lovison, Ana Paula Cunha Loureiro, José Fernando Baumgartner

INSTITUIÇÃO

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

ESCOLA / CURSO:

Escola de Saúde e Biociências / Fisioterapia / PIBIC / Mestrado / Doutorado

VIGÊNCIA DO PROJETO	10/2015 a 07/2017	QUANTIDADE DE ANIMAIS	68
ESPECIE/LINHAGEM	<i>Rattus norvegicus</i> (Ratos Wistar)	Nº SISBIO (Somente animais de vida livre)	Não se aplica
SEXO	Fêmeas	ATIVIDADES (Somente animais de vida livre)	Não se aplica
IDADE / PESO	3 a 26 meses / a partir de 250g	ESPECIÉ – GRUPO TAXONÔMICOS (Somente animais de vida livre)	Não se aplica
ORIGEM DO ANIMAL	Biotério - PUCPR	LOCAL (IS) (Somente animais de vida livre)	Não se aplica

O colegiado do CEUA certifica que este protocolo que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto homem), para fins de pesquisa científica, encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794/2018 e Decreto nº 6.899/2009, e com as normas editadas pelos CONCEA (Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal) e foi **APROVADO** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da PUCPR em reunião de **03.12.2015**. Se houver mudança do protocolo o pesquisador deve enviar um relatório ao CEUA-PUCPR descrevendo de forma clara e sucinta, a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas. Se a pesquisa, ou parte dela for realizada em outras instituições, cabe ao pesquisador não iniciá-la antes de receber a autorização formal para a sua realização. O documento que autoriza o início da pesquisa deve ser carimbado e assinado pelo responsável da instituição e deve ser mantido em poder do pesquisador responsável, podendo ser requerido por este CEUA em qualquer tempo. Lembramos ao pesquisador que é obrigatório encaminhar o relatório anual parcial e relatório final da pesquisa a este CEUA.

Atenciosamente,

Prof. Dra. Marta Lucia Fischer

Coordenadora - Comitê de Ética no Uso de Animais.

ANEXO C



Unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Cascavel CNPJ 78680337/0002-65
 Rua Universitária, 2069 - Jardim Universitário - Cx. P. 000711 - CEP 85819-110
 Fone:(45) 3220-3000 - Fax:(45) 3324-4566 - Cascavel - Paraná



PARANÁ
 GOVERNO DO ESTADO

JOSÉ FERNANDO BAUMGARTNER MACIEL

Efeito do exercício de alongamento mecânico passivo estático na morfologia da articulação talocrural de ratas Wistar idosas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biociências e Saúde em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biociências e Saúde, área de concentração Biologia, Processo Saúde-doença e Políticas de Saúde, linha de pesquisa Fatores Que Influenciam A Morfofisiologia Orgânica, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

Orientador(a) / Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Regina Inês Kunz

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Francisco Beltrão (UNIOESTE)

Sônia Maria Marques Gomes Bertolini

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Cascavel, 3 de abril de 2018