



ASPECTOS ANATÔMICOS DOS MÚSCULOS ESTRIADOS ESQUELÉTICOS

Flávio de Rezende Guimarães^{1*}; Julio Roquete Cardoso²; Thelma Michella Saddi¹; Luciana Batalha de Miranda Araújo³; Eugênio Gonçalves de Araújo³.

^{1*} Doutores, Professores na Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, UFMT, Cuiabá, Brasil

² Doutor, Professor no Instituto de Ciências Biológicas, UFG, Goiânia, Brasil

³ Doutores, Professores da Escola de Veterinária e Zootecnia, UFG, Goiânia, Brasil.

* flavio.r.guimaraes@bol.com.br

Recebido em: 08/09/2015 – Aprovado em: 14/11/2015 – Publicado em: 01/12/2015

DOI: http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_085

RESUMO

As células musculares caracterizam-se por possuírem a capacidade de contração e relaxamento. Dos três tipos de células musculares, a lisa encontra-se, em geral, associada às vísceras; a estriada cardíaca é exclusivamente encontrada no coração, enquanto a estriada esquelética está associada a todas as partes do esqueleto. Os músculos esqueléticos constituem a maior parte da massa corporal e ao permitirem a movimentação das diferentes partes corporais, propiciam ações importantes como a locomoção e mastigação. Contraditoriamente, também são responsáveis pela manutenção da estática corporal, na medida em que auxiliam na manutenção da união das peças ósseas. Também representam a principal fonte corporal de calor e auxiliam no fluxo sanguíneo e linfático, além de outras importantes funções. Apesar dos músculos esqueléticos serem há muito tempo estudados, observa-se que seus elementos constituintes ou a eles associados, nem sempre são devidamente caracterizados na literatura científica básica, assim como são encontradas divergências nas classificações aplicadas a esses músculos. Nesse sentido, esse artigo objetivou fazer uma revisão dos princípios anatômicos básicos relacionados aos músculos esqueléticos, abrangendo desde os aspectos gerais até suas partes, origem, inserção, envoltórios conjuntivos, forma, arranjo das fibras musculares, ação e os efeitos da evolução sobre a estrutura dos mesmos.

PALAVRAS-CHAVE: anatomia, contração muscular, locomoção.

ANATOMICAL ASPECTS OF SKELETAL STRIATED MUSCLES

ABSTRACT

Muscle cells are characterized by having the capability of contraction and relaxation. Of the three types of muscle cells, smooth lying generally is associated with the viscera; cardiac striated is exclusively found in the heart, while the skeletal striated is associated with all parts of the skeleton. Skeletal muscles make up the largest part of the body mass and to allow the moves of different body parts, it provides important

actions such as movement and chewing. In contradiction, they are also responsible for maintenance of static body, where aid in maintaining union of the bone parts. Also represent the main source of body heat and aid in blood and lymphatic flow and another important functions. Despite the skeletal muscles a long time are studied, it's observed that its constituent elements or associated with them, are not always properly characterized in basic scientific literature, as well are found differences in the classifications applied to these muscles. Thus, this article aimed to review the basic anatomical principles related to skeletal muscles, ranging from general aspects to parts, origin, insertion, associated connective elements, shape, arrangement of muscle fibers, action and effects of developments on the structure thereof.

KEYWORDS: anatomy, locomotion, muscle contraction.

INTRODUÇÃO

Nos seres multicelulares as células diferenciam-se para realizar funções específicas. Nesse sentido, as chamadas células musculares são especializadas na contração e no relaxamento (D'ANGELO & FATTINI, 1998), propriedades conferidas pela grande quantidade de filamentos citoplasmáticos de proteínas contráteis que possuem (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011), representadas principalmente pela actina e miosina (STORER et al., 2000; HICKMAN et al., 2009; JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011).

A função mais evidente realizada pelos músculos esqueléticos é a de movimentar o corpo ou suas partes, possibilitando ao indivíduo realizar atividades tais como andar, correr, mastigar, respirar ou movimentar os bulbos oculares (VAN DE GRAAFF, 2003). Estes músculos, entretanto, não asseguram somente a dinâmica, mas também a estática do corpo, na medida em que ajudam a manter as peças ósseas unidas (D'ANGELO & FATTINI, 1998, 2011), estabilizam as articulações flexíveis, sustentam o corpo e mantém a postura (atuando em oposição à gravidade) (VAN DE GRAAFF, 2003).

Os músculos esqueléticos desempenham várias outras funções importantes, denominadas de secundárias por HILDEBRAND & GOSLOW JR (2006). Assim, considerando a grande proporção corporal que estes representam (VAN DE GRAAFF, 2003) e o fato de que as células musculares ao se contraírem produzem calor, os músculos esqueléticos representam a principal fonte de calor do corpo. As contrações também são importantes para o fluxo da linfa, para o retorno do sangue ao coração (TORTORA, 2007) e na proteção (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006) e suporte de algumas vísceras (VAN DE GRAAFF, 2003).

Apesar da importância dos músculos para a sobrevivência dos indivíduos (humanos ou não); do grande percentual da massa corporal que representam e de serem estruturas há muito conhecidas, estudadas e descritas, as classificações aos quais são submetidos, bem como várias definições relacionadas aos mesmos ou a estruturas correlatas, nem sempre são uniformes, da mesma forma que nem sempre são claras o suficiente, a ponto de gerar dúvidas nos leitores.

Sendo assim, objetivou-se realizar uma revisão de literatura sobre os aspectos básicos da anatomia dos músculos estriados esqueléticos, considerando desde os aspectos gerais até suas partes, origem, inserção, envoltórios conjuntivos, forma, arranjo das fibras musculares, ação e efeitos da evolução sobre os mesmos. Na construção desse texto optou-se por adotar as linhas conceituais mais bem estabelecidas ou julgadas mais coerentes dentre aquelas encontradas na literatura básica consultada, visando tornar o mesmo um texto balizador.

REVISÃO DE LITERATURA

Aspectos gerais

As células musculares são alongadas no sentido em que ocorre a contração e o movimento é realizado pela redução longitudinal das mesmas em resposta a um estímulo (VAN DE GRAAFF, 2003). Estas células agrupam-se para formar os músculos (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011), os quais, ao contraírem-se, possibilitam a locomoção dos indivíduos, a movimentação do sangue dentro do sistema cardiovascular, o trânsito do alimento dentro do aparelho digestório, a ejeção das secreções das glândulas, entre outras atividades importantes (BANKS, 1992). Assim, o movimento é uma característica importante dos animais (HICKMAN et al., 2009), sendo considerado, até mesmo, como o elemento caracterizador da vida animal (WOODBURNE, 1973).

O tecido muscular é o mais abundante do corpo da maioria dos animais (HICKMAN et al., 2009), constituindo de um terço à metade do volume dos vertebrados (ROMER & PARSONS, 1985), e de acordo com as características histológicas e fisiológicas, três tipos de tecido muscular podem ser distinguidos: o músculo liso, o músculo cardíaco e o músculo esquelético (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006).

O músculo liso é formado por aglomerados de células fusiformes que não possuem estrias transversais (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011) e estão organizadas na forma de camadas (STORER et al., 2000) ou lâminas (HICKMAN et al., 2009). A contração é geralmente lenta (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011), podendo ser mantida prolongadamente (HICKMAN et al., 2009), e o controle é involuntário (BANKS, 1992; JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011). De uma maneira geral, é encontrado na parede das estruturas internas ocas, como os vasos sanguíneos, as vias aéreas e a maioria dos órgãos situados nas cavidades abdominal e pélvica (TORTORA, 2007), como os que compõem o canal alimentar ou representam os ductos urinários e genitais, regulando o diâmetro ou empurrando o conteúdo dos mesmos (HICKMAN et al., 2009).

O músculo cardíaco ou estriado cardíaco é composto por células alongadas e ramificadas, que apresentam estrias transversais (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011). Estas unem-se umas com as outras, ao nível de suas extremidades, por intermédio dos chamados discos intercalares (SPENCE, 1991), estruturas encontradas exclusivamente no músculo cardíaco (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011). A contração é rápida (HICKMAN et al., 2009), vigorosa e rítmica (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011), sendo o controle também involuntário (BANKS, 1992; TORTORA, 2007). É encontrado somente no coração (SPENCE, 1991; TORTORA, 2007), formando a maior parte da parede (MOORE & AGUR, 2004; TORTORA, 2007) ao compor o miocárdio (MOORE & AGUR, 2004).

O músculo esquelético ou estriado esquelético é constituído de células cilíndricas muito longas (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011), não ramificadas (BANKS, 1992), que também apresentam estrias transversais (BANKS, 1992; JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011). As contrações são rápidas e vigorosas, porém sujeitas ao controle voluntário (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011). É assim denominado devido ao fato de geralmente estar associado aos ossos do esqueleto, promovendo a movimentação dos mesmos (SPENCE, 1991; TORTORA, 2007).

Os músculos esqueléticos representam cerca da metade do peso da carcaça dos animais domésticos, proporção que varia de acordo com a espécie, raça, idade, sexo e método de criação (DYCE et al., 2004). Em função do volume que

representam, também distribuem o peso e influenciam os contornos corporais dos animais (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006).

Partes do músculo esquelético

Um músculo esquelético típico possui uma porção média (D'ANGELO & FATTINI, 2011) e duas extremidades (WATANABE, 2009). A porção média é denominada de ventre muscular (TORTORA, 2007; D'ANGELO & FATTINI, 2011) e consiste na parte mais espessa do músculo (GETTY, 1986; VAN DE GRAAFF, 2003), possuindo um aspecto carnosos e cor vermelho-escuro (GOSS, 1988; WATANABE, 2009) (Figura 1). O ventre muscular é constituído essencialmente por feixes de células (fibras) musculares (SOUZA, 1986; WATANABE, 2009) unidas por tecido conjuntivo (SOUZA, 1986) e, conseqüentemente, corresponde à parte ativa ou contrátil do músculo (SOUZA, 1986; WATANABE, 2009; D'ANGELO & FATTINI, 2011).

As extremidades correspondem à parte passiva do músculo, transmitindo a força da contração do ventre para o osso (SOUZA, 1986), uma vez que é por meio delas que os músculos se fixam ao esqueleto (D'ANGELO & FATTINI, 2011) (Figura 2). Assim, quando os músculos se contraem e o comprimento é reduzido (D'ANGELO & FATTINI, 2011), os pontos de fixação se aproximam um do outro (WATANABE, 2009) e as peças esqueléticas são movimentadas (D'ANGELO & FATTINI, 2011) ao redor das articulações sinoviais (VAN DE GRAAFF, 2003). Desta forma, as extremidades prendem-se à pelo menos dois ossos, de maneira que o músculo cruza uma (D'ANGELO & FATTINI, 2011) ou mais articulações (DYCE et al., 2004).

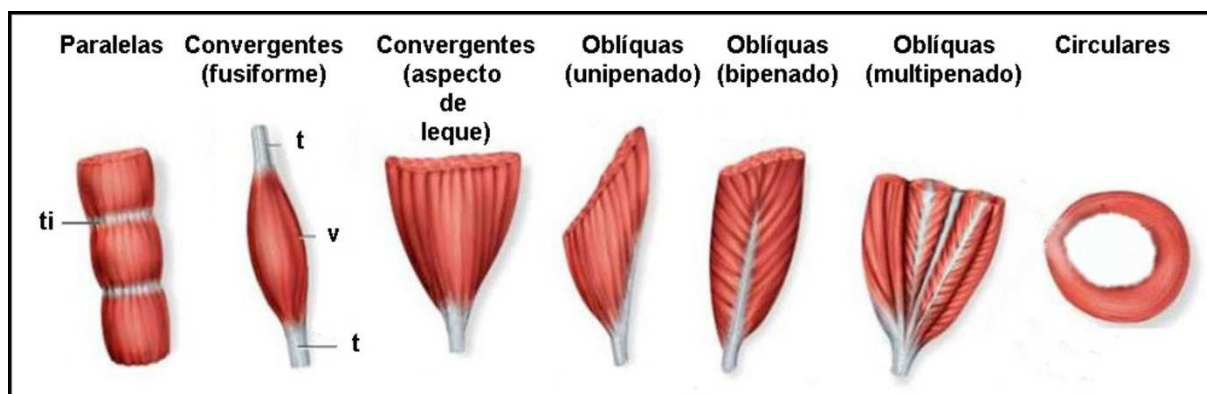


FIGURA 1. Diferentes modalidades de arranjos das fibras musculares e suas correspondentes classificações. Legenda: t, tendão; ti, intersecção tendínea; v, ventre muscular.

Fonte: Adaptado de www.fisioterapia.com

Quando as extremidades de um músculo possuem um aspecto cilíndrico ou de fita são designadas de tendões (Figuras 1 e 2); quando laminares, são denominadas de aponeuroses. Ambos são esbranquiçados e brilhantes, muito resistentes e praticamente inextensíveis, sendo constituídos por tecido conjuntivo denso (WATANABE, 2009; D'ANGELO & FATTINI, 2011), rico em fibras colágenas (D'ANGELO & FATTINI, 2011). Enquanto os tendões, na maioria, unem os músculos fusiformes e penados aos ossos, as aponeuroses estão associadas aos músculos planos (FRANDSON et al., 2011).

Em geral, há um tendão em cada extremidade, embora possa haver mais de um em determinados músculos, cada um fixando-se em um osso ou parte diferente

deste (SOUZA, 1986). Entretanto, nem sempre os tendões ou aponeuroses se fixam nos ossos, podendo fazê-lo em outras estruturas como cartilagens, cápsulas articulares, septos intermusculares, tendões de outros músculos, derme, entre outras (D'ANGELO & FATTINI, 2011); assim como podem inexistir naquelas situações em que o ventre muscular fixa-se diretamente no osso (MOORE & AGUR, 2004; HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006; EVANS & DE LAHUNTA, 2013), formando as chamadas "inserções carnosas" (FRANDSON et al., 2011).

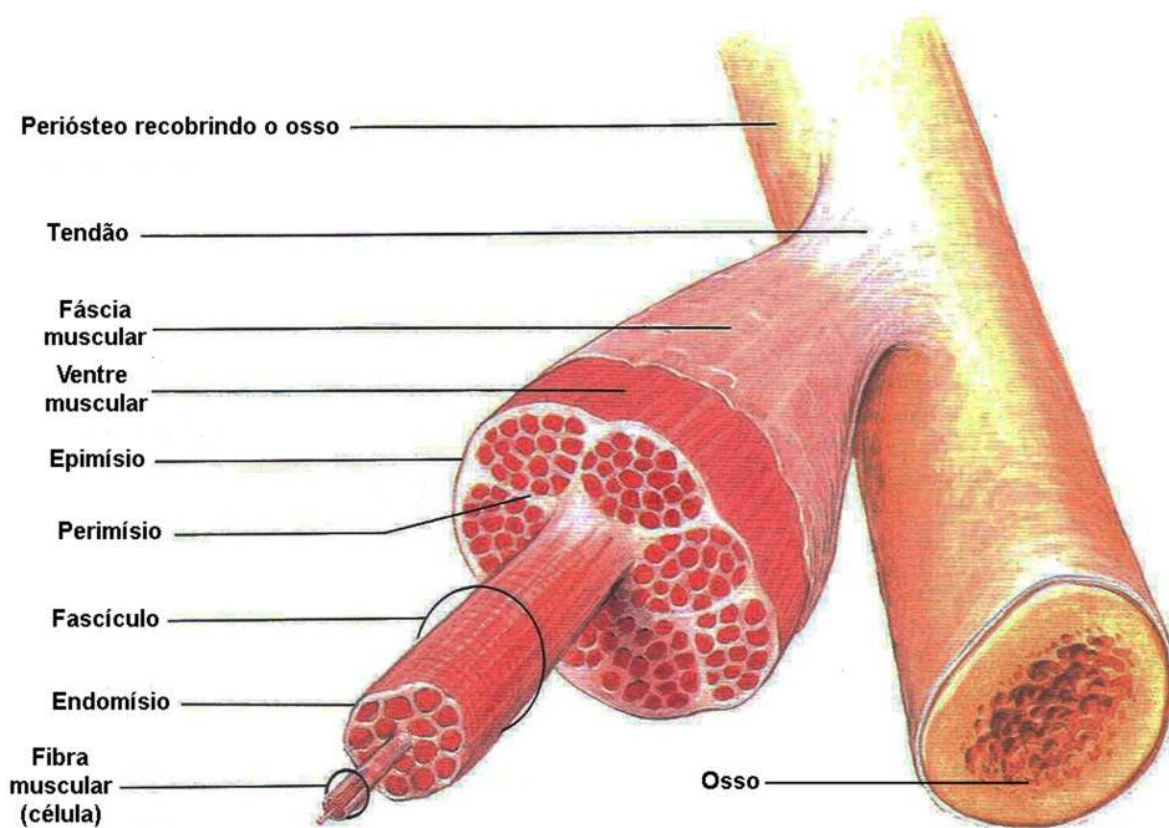


FIGURA 2. Representação esquemática de um músculo estriado esquelético seccionado transversalmente, com uma de suas extremidades fixadas ao osso, mostrando a estrutura básica do músculo com seus envoltórios conjuntivos.
 Fonte: Adaptado de VAN DE GRAAFF (2003).

Existem ainda formações tendinosas, denominadas de intersecções tendinosas (WATANABE, 2009) ou tendíneas (SOUZA, 1986) (Figura 1), as quais encontram-se intercaladas ao longo do ventre muscular (SOUZA, 1986; WATANABE, 2009), dividindo-o transversalmente em duas (músculos digástricos) ou mais partes (músculos poligástricos) (D'ANGELO & FATTINI, 2011).

Origem e inserção

As fixações das extremidades de um músculo são denominadas de origem e inserção (GOSS, 1988; VAN DE GRAAFF, 2003; MOORE & AGUR, 2004), sendo comum descrever-se que o músculo provém da origem e termina na inserção (GOSS, 1988). Convencionou-se chamar de origem, a fixação do músculo no osso que não se desloca (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006; TORTORA, 2007; D'ANGELO & FATTINI, 2011) ou que se movimenta menos durante a contração

muscular (GETTY, 1986; VAN DE GRAAFF, 2003; REECE, 2008; EVANS & DE LAHUNTA, 2013). Por contraposição, denominou-se de inserção, a fixação do músculo na peça óssea que se desloca (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006; TORTORA, 2007; D'ANGELO & FATTINI, 2011) ou se movimenta mais durante a ação muscular (GETTY, 1986; VAN DE GRAAFF, 2003; REECE, 2008; EVANS & DE LAHUNTA, 2013). Assim, a inserção é geralmente tracionada em direção à origem (TORTORA, 2007).

Nos membros, é considerada como origem, a fixação proximal do músculo; enquanto a inserção é representada pela fixação distal (GETTY, 1986; GARDNER et al., 1988; VAN DE GRAAFF, 2003; TORTORA, 2007; D'ANGELO & FATTINI, 2011; EVANS & DE LAHUNTA, 2013).

É importante, no entanto, notar que no caso de alguns músculos é difícil distinguir a origem da inserção, pois o movimento relativo pode mudar. Em tais casos, a distinção entre origem e inserção provavelmente é apenas semântica, sem muita importância anatômica real (FRANDSON et al., 2011).

Os termos origem e inserção também podem ser referidos como ponto fixo (GARDNER et al., 1988; D'ANGELO & FATTINI, 2011) ou cabeça (GARDNER et al., 1988; BUDRAS et al., 2007; EVANS & DE LAHUNTA, 2013) e ponto móvel (GARDNER et al., 1988; D'ANGELO & FATTINI, 2011) ou cauda (BUDRAS et al., 2007), respectivamente. Neste sentido, os músculos podem ser classificados como bíceps, tríceps ou quadríceps, conforme apresentam duas, três ou quatro cabeças, respectivamente (GARDNER et al., 1988; D'ANGELO & FATTINI, 2011), ou como bicaudados ou policaudados, conforme apresentem duas ou mais caudas, respectivamente (D'ANGELO & FATTINI, 2011).

Envoltórios conjuntivos

No interior dos músculos, o tecido conjuntivo está estruturalmente organizado de forma a conectar e proteger as fibras e os feixes musculares (VAN DE GRAAFF, 2003). Além disso, é no interior deste tecido que passam os vasos sanguíneos e os nervos, que nutrem e inervam, respectivamente, as células musculares (SOUZA, 1986; VAN DE GRAAFF, 2003), assim como passam os vasos linfáticos (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011).

Desta forma, envolvendo cada fibra do tecido muscular esquelético, há uma fina bainha de tecido conjuntivo denominada de endomísio (VAN DE GRAAFF, 2003; SAMUELSON, 2007; EVANS & DE LAHUNTA, 2013), enquanto os feixes ou fascículos de fibras musculares (GETTY, 1986; VAN DE GRAAFF, 2003; TORTORA, 2007) são envolvidos por um outro revestimento conjuntivo, o perimísio (SOUZA, 1986; TORTORA, 2007). Já o músculo como um todo é revestido por um terceiro envoltório, também conjuntivo, o epimísio (SOUZA, 1986; HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006; SAMUELSON, 2007; TORTORA, 2007; WATANABE, 2009) (Figura 2). Estes envoltórios são contínuos uns com os outros (Figura 2) e formam um sistema que fornece resistência aos músculos, transmitindo a força destes para suas origens e inserções (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006), já que são contínuos com o tecido conjuntivo dos tendões ou aponeuroses (TORTORA, 2007; COLVILLE & BASSERT, 2010).

Outro revestimento associado aos músculos é a fáscia muscular (D'ANGELO & FATTINI, 2011) ou profunda (EVANS & DE LAHUNTA, 2013). Esta corresponde a uma lâmina (D'ANGELO & FATTINI, 2011) ou membrana de tecido conjuntivo (SOUZA, 1986) que se situa, de um lado, profundamente e justaposta à tela

subcutânea (fáscia superficial) (GOSS, 1988; EVANS & DE LAHUNTA, 1994; DYCE et al., 2004), e do outro, superficialmente aos músculos, recobrando-os diretamente (GOSS, 1988). Nesta situação, esta estende-se por quase todo o corpo, entretanto, quando recobre proeminências ósseas, funde-se às mesmas (DYCE et al., 2004).

Geralmente a fáscia muscular estende-se, ao longo do corpo, formando lâminas fibrosas mais resistentes (DYCE et al., 2004), embora nem sempre se apresente facilmente distinguível da fáscia superficial (EVANS & DE LAHUNTA, 1994). A fáscia pode encontrar-se espessada, especialmente no caso de receber tração direta de um músculo, ou desdobrada em várias lâminas, de acordo com a situação (GOSS, 1988). Por outro lado, embora a fáscia muscular justaponha-se ao epimísio (WATANABE, 2009), estes dois elementos podem ser encontrados fundidos (GOSS, 1988). Assim, enquanto em alguns músculos o revestimento fascial é indistinguível do epimísio, em outros, a fáscia está mais claramente separada (GARDNER et al., 1988), permitindo o fácil deslizamento dos músculos entre si (SOUZA, 1986; GARDNER et al., 1988; D'ANGELO & FATTINI, 2011) e mais liberdade de movimento dos mesmos (GARDNER et al., 1988).

Em muitos locais, a fáscia muscular emite lâminas que penetram entre os músculos (DYCE et al., 2004) até alcançarem os ossos (D'ANGELO & FATTINI, 2011), constituindo os chamados septos intermusculares (WOODBURNE, 1973; SOUZA, 1986), muito comuns nos membros (D'ANGELO & FATTINI, 2011). Por conseguinte, a fáscia muscular não somente cobre, mas também passa entre os músculos (EVANS & DE LAHUNTA, 2013), envolvendo-os individualmente (Figura 2) ou em grupos (DYCE et al., 2004; WATANABE, 2009). Desta maneira, forma verdadeiros estojos (WATANABE, 2009) que além de manterem adequadamente os músculos nas posições relativas, podem isolar ou agrupar os mesmos para funcionarem de forma independente ou conjunta, respectivamente (GOSS, 1988).

A fáscia muscular também funciona como uma bainha elástica de contenção (D'ANGELO & FATTINI, 2011), evitando que durante a contração os músculos se abalem excessivamente (SOUZA, 1986; GARDNER et al., 1988) e não exerçam eficientemente o trabalho de tração (D'ANGELO & FATTINI, 2011). Este efeito de “meia elástica” também impede que os músculos dos membros represem sangue em demasia pelo efeito da gravidade (GARDNER et al., 1988).

Em determinadas situações, uma faixa da fáscia muscular pode agir como um ligamento, assim como especializações da mesma podem ser exemplificadas pelos ligamentos anulares (GOSS, 1988) e retináculos (GARDNER et al., 1988; GOSS, 1988). Adicionalmente, as fáscias podem proporcionar origem e inserção à músculos (GARDNER et al., 1988), sendo que determinadas membranas fibrosas que conservam o nome de fáscia são, na realidade, aponeuroses (GOSS, 1988).

De acordo com a região corporal, a fáscia muscular recebe denominações diferentes (GARDNER et al., 1988). Assim, no membro pélvico, por exemplo, forma na região glútea, a fáscia glútea, que se continua distalmente, na região da coxa, como as fáscias femorais lateral (fáscia lata) e medial. Estas, por sua vez, continuam na perna como a fáscia crural (EVANS & DE LAHUNTA, 1994).

Forma, tamanho, arranjo das fibras musculares e ação

Os músculos podem variar consideravelmente em relação a vários aspectos, como na forma (WOODBURNE, 1973; NICKEL et al., 1986; HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006; WATANABE, 2009), tamanho (NICKEL et al., 1986; WATANABE, 2009), posição (NICKEL et al., 1986), organização da arquitetura das fibras

(HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006) e ação (NICKEL et al., 1986), por exemplo.

Quanto à forma, WATANABE (2009) considera que a maioria dos músculos pode ser enquadrada em dois grupos principais, os longos e os largos. Enquanto nos longos há predominância do comprimento (WATANABE, 2009; D'ANGELO & FATTINI, 2011), nos largos há predominância da superfície (WATANABE, 2009) ou equivalência do comprimento com a largura (D'ANGELO & FATTINI, 2011).

Os músculos longos podem ser fusiformes (WATANABE, 2009; D'ANGELO; FATTINI, 2011), em formato de fita (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006; WATANABE, 2009), cilíndricos (HILDEBRAND & GOSLOW JR; 2006) ou cônicos; enquanto os largos podem ser quadriláteros, triangulares ou circulares, entre outras formatações (WATANABE, 2009). Formas denominadas de laminar (HILDEBRAND & GOSLOW JR; 2006) e plana (MOORE & AGUR, 2004) também são citadas na literatura.

Quanto ao tamanho, os músculos podem variar amplamente (GOSS, 1988). Vão desde os diminutos e delicados (COLVILLE & BASSERT, 2010), como aqueles da orelha média (GOSS, 1988), até os grandes e fortes (COLVILLE & BASSERT, 2010), como o gastrocnêmio, por exemplo (GOSS, 1988).

Os músculos esqueléticos podem apresentar-se com suas fibras musculares arrançadas de diferentes maneiras. De um modo geral, pode-se dizer que estas encontram-se dispostas de forma paralela ou oblíqua em relação à direção de tração exercida pelo músculo (D'ANGELO & FATTINI, 2011), embora disposições denominadas de convergentes e circulares (esfíncteres) também sejam consideradas (VAN DE GRAAFF, 2003) (Figura 1).

A disposição paralela das fibras pode ser encontrada tanto nos músculos longos, quanto nos largos. Entretanto, nos músculos longos, do tipo fusiforme, ocorre uma convergência das fibras em direção aos tendões de origem e inserção, fazendo com que a parte média tenha maior diâmetro que as extremidades (D'ANGELO & FATTINI, 1998; D'ANGELO & FATTINI, 2011), enquanto nos músculos largos pode ocorrer a convergência das fibras para uma das extremidades, fazendo com que o músculo assuma o “aspecto de leque” (SPENCE, 1991; D'ANGELO & FATTINI, 2011) (Figura 1).

A disposição oblíqua das fibras (D'ANGELO & FATTINI, 2011) ocorre naqueles músculos que possuem o (os) tendão (ões) ao longo de todo o comprimento (GOSS, 1988; SPENCE, 1991; EVANS & DE LAHUNTA, 2013). No caso, os tendões ou aponeuroses podem situar-se ao longo da superfície ou penetrar no ventre muscular, promovendo arranjos complexos das fibras musculares (ROMER & PARSONS, 1985). Nestes músculos, as fibras inserem-se diagonalmente no tendão (SPENCE, 1991) formando um ângulo (GETTY, 1986) e gerando feixes que se dispõem como as plumas de uma pena (GOSS, 1988), o que atribui aos músculos em questão, a denominação de “penados” (GETTY, 1986; EVANS & DE LAHUNTA, 2013) ou peniformes (GOSS, 1988; D'ANGELO & FATTINI, 2011) (Figura 1).

Nos músculos penados, quando o tendão prolonga-se, em maior ou menor extensão, somente ao longo de uma de suas margens (WATANABE, 2009; EVANS & DE LAHUNTA, 2013) e conseqüentemente os feixes se fixam em um só lado deste tendão (SPENCE, 1991; D'ANGELO & FATTINI, 2011) lateral (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006), este é classificado como unipenado (WATANABE, 2009; D'ANGELO & FATTINI, 2011). Quando o tendão dispõe-se ao longo do plano sagital que passa pelo centro do ventre muscular (WATANABE, 2009) e os feixes se fixam

nos dois lados deste tendão (D'ANGELO & FATTINI, 2011), o músculo é classificado como bipeinado (WATANABE, 2009; D'ANGELO & FATTINI, 2011). Se os feixes convergem para vários tendões (GOSS, 1988; HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006), que prolongam-se pelo interior do músculo (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006) ou estão distribuídos por todo o volume, este é classificado como multipenado (EVANS & DE LAHUNTA, 2013) (Figura 1).

O arranjo paralelo das fibras musculares dá maior potencial para que todo o músculo encurte, mas é um arranjo relativamente fraco, enquanto o penado aumenta a força de um músculo, porém à custa da distância sobre a qual pode contrair-se (FRANDSON et al., 2011). Os músculos agem sobre partes móveis do corpo, determinando que estas realizem certos movimentos (GOSS, 1988). Todavia, quando se menciona a ação de um músculo, apenas está se fazendo alusão àquela principal, mais simples de ser entendida e demonstrada (D'ANGELO & FATTINI, 2011).

A ação de um músculo sobre a articulação depende da localização em relação à mesma (GETTY, 1986) e dos locais onde ocorrem as fixações das extremidades (GOSS, 1988). Assim, os músculos classificados como flexores, por exemplo, os quais reduzem o ângulo entre os ossos adjacentes durante o movimento (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006), cruzam a superfície da articulação onde o menor ângulo entre os ossos será formado (GETTY, 1986). Agindo de maneira contrária, os músculos extensores aumentam o ângulo entre os ossos adjacentes (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006), situando-se no lado da articulação onde a contração irá alinhar os ossos (GETTY, 1986).

Dependendo da ação principal resultante da contração do músculo, o mesmo pode também ser classificado como adutor, abductor, rotator, pronador, supinador, entre outros (SOUZA, 1986; WATANABE, 2009; D'ANGELO & FATTINI, 2011). Os músculos adutores aproximam uma parte do corpo em relação ao plano mediano ou do eixo de um membro, enquanto os abdutores fazem o contrário (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006; EVANS & DE LAHUNTA, 2013). Os músculos rotatores giram as partes corporais ao redor de seu próprio eixo longitudinal (HILDEBRAND & GOSLOW JR, 2006). Nos membros, quando a rotação de uma estrutura se dá de forma que a face cranial ou dorsal gira lateralmente, tem-se um movimento de supinação. Já uma rotação no sentido medial corresponde ao movimento de pronação (EVANS & DE LAHUNTA, 1994).

Efeitos do processo evolutivo

Durante o processo evolutivo, alguns músculos tiveram os pontos de fixação alterados (KARDONG, 2011). Conseqüentemente, a posição e a ação destes, de alguma de suas partes ou até de alguns grupos musculares, foram modificadas em diferentes classes de mamíferos, representando uma adaptação evolutiva à atividade dos mesmos (GETTY, 1986). Entre as espécies animais, a forma de um músculo é bastante variável quando filogeneticamente considerada. Esta diferença pode ser tão grande entre as mesmas, que um determinado músculo pode chegar a não ser identificado com segurança em alguma delas (BUDRAS et al., 2007).

Da mesma forma, alguns músculos passaram por outros tipos de modificação durante a evolução. Assim, enquanto uns se fundiram ou dividiram-se em novos músculos distintos (ROMER & PARSONS, 1985; KARDONG, 2011), outros desapareceram, mudaram de apresentação, deslocaram-se para outro grupo muscular (GETTY, 1986) ou tiveram a importância reduzida (KARDONG, 2011).

Neste sentido, embora o padrão geral do arranjo muscular possa ajudar na identificação dos músculos, o conjunto de alterações ocorridas durante a evolução tornou o estudo comparativo da musculatura, entre espécies, uma tarefa nada fácil (ROMER & PARSONS, 1985).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os músculos, independentemente de suas diferenças histológicas, representam elementos extremamente importantes para a sobrevivência dos indivíduos pertencentes ao reino animal, estando atrelados à dinâmica de todos os sistemas corporais. Nesse cenário, enquanto o músculo liso e o estriado cardíaco estão, em geral, associados às vísceras, o músculo estriado esquelético relaciona-se com o esqueleto, possibilitando a movimentação do indivíduo no ambiente em que vive e, conseqüentemente, sua interação com o mesmo.

Os diferentes arranjos dos músculos estriados esqueléticos nas diferentes espécies animais, incluindo os primatas, estão relacionados aos diferentes hábitos cotidianos das mesmas dentro dos processos evolutivos. Acompanhando as diferentes relações com o ambiente, houve também uma diversificação em vários outros aspectos da anatomia muscular, como alterações na origem, forma do ventre muscular, disposição das fibras musculares, ação, entre outros.

O estudo da musculatura esquelética de uma espécie qualquer, passa não somente pela a caracterização, mas também pela comparação com a de grupos taxonômicos mais próximos, na tentativa de se compreender melhor os vários aspectos que envolvem os músculos estudados. Para tal, é necessário que um padrão básico, claro, coerente e bem uniformizado quanto às definições e classificações seja utilizado pela comunidade científica em suas publicações, padronizando o entendimento e possibilitando uma melhor interação entre os usuários dessas informações.

REFERÊNCIAS

BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**. 2. ed. São Paulo: Manole Ltda, 1992. 629 p.

BUDRAS, K. D.; McCARTHY, P. H.; FRICKE, W.; RICHTER, R. **Anatomy of the dog**. 15. ed. Hannover: Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co., 2007. 218 p.

COLVILLE, T.; BASSERT, J. M. **Anatomia e fisiologia clínica para medicina veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Ltda, 2010. 543 p.

D'ANGELO J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia humana sistêmica e segmentar**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 671 p.

D'ANGELO, J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia humana básica**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2011. 184 p.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2004. 872 p.

EVANS, H. E.; DE LAHUNTA, A. **Guia para a dissecação do cão**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1994. 199 p.

EVANS, H. E.; DE LAHUNTA, A. **Miller's anatomy of the dog**. 4. ed. St Louis: Elsevier Saunders, 2013. 850 p.

FRANDSON, R. D.; WILKE, W. L.; FAILS, A. D. **Anatomia e fisiologia dos animais de fazenda**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2011. 413 p.

GARDNER, E. Sistema muscular. In: GARDNER, E.; GRAY, D. J.; O'RAHILLY, R. **Anatomia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1988. cap 4, p. 24-31.

GETTY, R. SISSON/GROSSMAN. **Anatomia dos animais domésticos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1986. 2000 p. v. 1 e 2.

GOSS, C. M. **Gray Anatomia**. 29. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1988. 1147 p.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios integrados de zoologia**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. 846 p.

HILDEBRAND, M.; GOSLOW JÚNIOR, G. E. **Análise da estrutura dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu Editora São Paulo Ltda, 2006. 637 p.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. 524 p.

KARDONG, K. V. **Vertebrados: anatomia comparada, função e evolução**. São Paulo: Roca Ltda., 2011. 913 p.

MOORE, K. L.; AGUR, A. M. R. **Fundamentos de anatomia clínica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 562 p.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E.; FREWEIN, J.; WILKENS, H.; WILLE, K. H. **The locomotor system of the domestic mammals**. Berlin-Hamburg: Verlag Paul Parey, 1986. 499 p. v.1.

REECE, W. O. **Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2008. 468 p.

ROMER, A. S.; PARSONS, T. S. **Anatomia comparada dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu Editora São Paulo Ltda., 1985. 559 p.

SAMUELSON, D. A. **Tratado de histologia veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 527 p.

SOUZA, R. R. **Anatomia para estudantes de educação física**. Rio de Janeiro: Guanabara S.A., 1986. 306 p.

SPENCE, A. P. **Anatomia humana básica**. 2. ed. Barueri: Manole Ltda, 1991. 703 p.

STORER, T. I.; USINGER, R. L.; STEBBINS, R. C.; NYBAKKEN, J. W. **Zoologia geral**. 6. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2000. 816 p.

TORTORA, G. J. **Princípios de anatomia humana**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Ltda., 2007. 1017 p.

VAN DE GRAAFF, K. M. **Anatomia humana**. 6. ed. Barueri: Editora Manole, 2003, 840 p.

WATANABE, I. **Erhart: elementos de anatomia humana**. 10. ed. São Paulo: Atheneu Editora São Paulo, 2009. 265 p.

WOODBURNE, R. T. **Essentials of human anatomy**. 5. ed. London/Toronto: Oxford University Press, 1973. 629 p.