

CIRCULAÇÃO DOS MÚSCULOS ESQUELÉTICOS (*)

SYLVIO JOSÉ RASO — Médico e Professor de Educação Física da Escola de Educação Física de Minas Gerais e Instituto de Medicina Aplicada à Educação Física de Minas Gerais. Ex-Diretor de Desportos no referido Estado e um dos Delegados da F.I.E.P. no Brasil. Diplomado pela Escola de Educação Física do Exército com menção honrosa.

1 — Fibras vasodilatadoras:

- a — prova da inervação vasoconstritora no músculo.
- b — estímulos determinantes de mudanças reflexas no tônus vasoconstritor;
- c — vias aferentes dos reflexos vasoconstritores.

2 — Fibras vasodilatadoras.

3 — Conclusões.

Referências.

Constitue fato muito conhecido a influência do exercício na respiração e no comportamento do coração.

Entretanto, a circulação nos músculos do esqueleto está muito pouco esclarecida apesar de constituírem os músculos 40% do peso do corpo.

Além disso, a velocidade do fluxo sanguíneo através dos músculos aumenta de várias vezes, quando o indivíduo se encontra em exercício muscular.

Procuramos fazer um trabalho de compilação do que existe de mais atualizado, sobre este momentoso assunto.

Desde que o Prof. Reindell (1960) esteve no Brasil, despertou-nos para os problemas do exercício em relação ao aparelho cardiovascular. Deixou-nos ensinamentos valiosos, resolvendo, definitivamente, o problema do «coração de atleta». Entretanto, sobre a circulação nos músculos do esqueleto poucos ensinamentos nos foram dados. Certo é que haviam citações sobre vasodilatação mas, quanto à vasoconstricção, parece-nos que nada foi divulgado até hoje entre nós.

1 — FIBRAS VASOCONSTRITORAS

a — Prova da inervação vasoconstritora no músculo — Barcroft, Bonnar & Effron (1948) foram os primeiros que provaram a existência de um nervo no músculo esquelético humano, responsável pela vasoconstricção.

A confirmação de que os vasos sanguíneos no músculo do homem, normalmente, estão sujeitos os tônus simpático vasoconstritor foi feita por outros investigadores, usando de técnicas diferentes (Blair, Golenhofen & Seidel, 1959; Roddie, Shepherd & Whelan, 1958).

b — Estímulos determinantes de mudanças reflexas no tônus vasoconstritor — Inicialmente não havia nenhuma indicação clara de reflexos circulatórios, nos quais as fibras musculares esqueléticas estivessem envolvidas.

A vasodilatação no músculo é determinada pela ação de fibras vasodilatadoras do simpático, uma vez que deixam de atuar por um bloqueio agudo do nervo ou por simpatectomia cervical. Desde que a vasodilatação foi bloqueada por infusão intra-arterial de agente simpatolítico, o bretylium tosilate (Blair, Glover, Kide & Roddie, 1960), mas não por infusão intra-arterial de atropina parece que era relaxa-

mento do tônus vasoconstritor, ao invés de atividades das fibras vasodilatadoras.

Conclui-se que:

«as alterações no tônus vasoconstritor no músculo foram responsáveis por mudanças no fluxo sanguíneo através do antebraço por modificações na postura».

Outros estímulos que parecem determinar a diminuição do tônus vasoconstritor são:

- respiração: pressão negativa;
- agachamento;
- elevada pressão intratorácica transitória.

Estímulos que aumentam o tônus vasoconstritor:

- exercício;
- mudança da posição horizontal para a ereta;
- pressão respiratória positiva;
- manobra de Valsalva;
- aceleração radical;
- hipercapnia (excesso de CO₂ no sangue).

Durante o exercício há um aumento no tônus vasoconstritor nos músculos não envolvidos na atividade, isto é, naqueles músculos que permanecem fora de ação em estado de repouso (Blair, Glover & Roddie, 1961).

A experiência seguinte demonstra o aumento do tônus vasoconstritor dos músculos não solicitados pelo exercício, portanto, inativos. O fluxo sanguíneo é medido no antebraço em indivíduo deitado, pedalando uma bicicleta ergométrica: — houve uma ligeira queda no fluxo sanguíneo do antebraço. Entretanto, ao se bloquear as fibras vasoconstritoras do antebraço ou anestésias os nervos profundos para aquele segmento, houve um aumento do fluxo. Ficou evidenciado assim, que o exercício de pernas determinou um aumento do tônus vasoconstritor no antebraço e não na pele.

A intensidade do exercício está relacionada diretamente ao fluxo e à pressão arterial.

Nos músculos ativos, o reflexo vasoconstritor é anulado pelo poderoso mecanismo vasodilator local (Remensnyder, Mitchell & Sarnff, 1962).

Este reflexo é marcante em indivíduos com estenose mitral (Bishop et al 1957); e naqueles que não podem aumentar a expulsão cardíaca normalmente com o exercício físico. A eficiência do mecanismo do reflexo vasoconstritor nestes casos, é demonstrada pela habilidade de tais pacientes em manter a pressão arterial sistêmica, a despeito da grande dilatação nos músculos ativos (Marshall, Schirger & Shepherd, 1961).

c — Vias aferentes dos reflexos vasoconstritores — Os receptores concernentes ao reflexo regulador do tônus vasoconstritor no músculo humano não são conhecidos. Muitos dos estímulos descritos anteriormente, que resultam em vasodilatação, tais como: elevação dos pés e das pernas, passagem do indivíduo da posição deitado para a posição vertical ou inclinada, pressão respiratória negativa e agachamento, provavelmente aumentam o volume sanguíneo intratorácico. Ao contrário, abaixamento dos pés, pressão respiratória positiva e manobra de Valsalva diminuem o volume intratorácico sanguíneo. Estas mudanças no volume sanguíneo podiam estimular alguns dos muitos receptores, que têm sido descritos nas paredes dos compartimentos vasculares de baixa pressão no tórax, especialmente, na auri-

(*) Trabalho apresentado ao II Congresso Luso-Brasileiro de Educação Física — agosto de 1963 Rio de Janeiro.

cula direita e esquerda e nas porções intrapericardial da veia cava superior e inferior (Nomdez, 1941; Paintal, 1953). Os impulsos aferentes vagal concernentes a pressão auricular e arterial pulmonar, podem ser responsáveis pelas mudanças reflexas (Coleridge & Kidd, 1960). Estes receptores podem ser mais sensíveis às mudanças na pressão pulsátil do que nas modificações na pressão média, desde que, uma grande vasodilatação é determinada pelas mudanças positivas e negativas da pressão torácica. Isto causa grandes modificações na pressão transmural; na estrutura vascular no tórax, mas a pressão transmural média é pouco alterada (Roddie et al, 1958).

Foi sugerido que mudanças na pressão arterial do pulso, atuando através dos barorreceptores arteriais possam constituir um estímulo, uma queda na pressão do pulso determinando diminuição nos tónus.

Quando um indivíduo passa da posição horizontal para a ereta, há, usualmente, uma queda na pressão arterial do pulso associada com vasoconstrição no antebraço. Ao agachar, a pressão do pulso usualmente aumenta e a vasodilatação é a regra. Entretanto, essas associações, ainda que tenham ocorrido invariavelmente, não são provas de que o tónus vasoconstritor nos músculos constitua um elo para a atividade dos barorreceptores arteriais desde que, consideráveis modificações teriam ocorrido simultaneamente nas pressões e volumes nos vasos de baixa pressão no tórax. Vários achados sugerem que alterações no tónus vasoconstritor no músculo, não podem ser inteiramente explicadas como respondendo às mudanças na pressão arterial pulsátil. Mudanças da posição horizontal para a de pés elevados, podem causar uma diminuição no tónus vasoconstritor no músculo, sem um aumento na pressão arterial média ou do pulso ao nível dos seis carotídeos. Aumento ou diminuição da pressão efetiva do seio carotídeo por aplicação de pressão subatmosférica no pescoço (Ernsting & Parry, 1957), por compressão manual das artérias carótidas no pescoço (Roddie & Shepherd, 1957), produzem mudanças clássicas na pressão arterial e nos batimentos cardíacos, mas não

causam modificações importantes na resistência do fluxo sanguíneo no antebraço. Dever-se-ia esperar que os últimos dois estímulos determinassem grandes modificações na resistência vascular no antebraço, se o tónus vasoconstritor fôsse regulado via barorreceptores arteriais (Roddie & Shepherd, 1957).

2 — FIBRAS VASODILADORAS

As fibras vasodilatadoras para os músculos não estão ativas durante o repouso, mas contribuem para a vasodilatação no músculo durante o «stress» emocional.

A conclusão é que o sistema dilatador, está relacionado com as respostas emocionais ao invés de com o movimento voluntário (Roddie & Shepherd, 1958).

3 — CONCLUSÕES

Pode-se chegar à prova de que os vasos sanguíneos nos músculos esqueléticos do corpo humano tem ambas as inserções dilatadoras e constritoras.

Ao repouso, os vasos estão sujeitos a um considerável tónus constritor, que sofre variações reflexamente, nas adaptações circulatórias a uma variedade de estímulos, tais como:

- mudanças de postura,
- exercício,
- variações na pressão intratorácica

As fibras vasodilatadoras para os músculos não estão ativas ao repouso mas contribuem para a vasodilatação nos músculos durante o «stress» emocional