UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Ciências
Departamento de Educação Física

Variação aguda da frequência cardíaca durante série de hipertrofia para grupo flexor e extensor do cotovelo

Larissa de Oliveira Marques

BAURU
Novembro / 2011

Larissa de Oliveira Marques

Variação da frequência cardíaca durante série de hipertrofia para grupo flexor e extensor do cotovelo

Monografia apresentada para a conclusão do curso de Licenciatura em Educação Física da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Campus de Bauru.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Gouvêa Junior

BAURU
Novembro / 2011

SUMÁRIO

Lista de Figuras IV
Lista de Quadros V
RESUMO VI
ABSTRACT VII
1 - INTRODUÇÃO 01
2 - REVISÃO DE LITERATURA 03
2.1 - Cotovelo 03
2.1.1 - Músculos da flexão do cotovelo 03
2.1.2 - Músculos da extensão do cotovelo 03
2.2 - Frequência cardíaca 04
2.3 - Ritmicidade cardíaca 05
2.4 - Controle Intrínseco da Frequência Cardíaca 05
2.4.1 - Nodo Sinoatrial (nodo SA) 05
2.4.2 - Vias Internodais 05
2.4.3 - Feixe Interatrial Anterior 05
2.4.4 - Nodo Atrioventricular (nodo AV) 05
2.4.5 - Feixe Atrioventricular ou de Hiss 05
2.4.6 - Fibras de Purkinje 06
2.5 - Controle Extrínseco da Frequência Cardíaca 06
2.5.1 - Estimulação Simpática 06
2.5.2 - Estimulação Parassimpática 06
2.5.3 - Medula Adrenal 07
2.6 - Adaptações Cardiovasculares Durante o Exercício 07
2.7 - Exercícios Resistidos – ER 08
2.7.1 - Hipertrofia 09
2.8 - Adaptações Cardiovasculares ao Exercício Resistido 10
2.8.1 - Respostas Cardiovasculares nas Mulheres 12
3 - OBJETIVO 13
4 - METODOLOGIA 13
4.1 - Sujeitos 13
4.2 - Determinação do Peso Máximo 13

4.3 - Protocolo Experimental 15
4.4 - Análise Estatística 16
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO 17
6 – CONCLUSÃO 22
7 – REFERÊNCIAS 23
8 – APÊNDICES 25
8.1 – Apêndice A - Anamnese 25
8.2 – Apêndice B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 26

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Comparação entre a média das FC do 1ª Repouso com a média das FC do 2º Repouso, tanto para flexão como para a extensão. 20

Figura 02 - Comparação entre as médias de FC obtidas antes, durante e após as séries de hipertrofia do grupo flexor do cotovelo com as do grupo extensor do cotovelo..... 21

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Dados coletados durante o teste de 1 RM e antes, durante e após as séries de hipertrofia para o grupo flexor do cotovelo..... 17

Quadro 02 - Dados coletados durante o teste de 1 RM e antes, durante e após as séries de hipertrofia para o grupo extensor do cotovelo..... 18

RESUMO

Atualmente os indivíduos são acometidos por uma rotina atribulada e não lhes sobra tempo para a prática de atividades físicas, evidenciando assim o sedentarismo, um dos fatores de risco para doenças cardiovasculares. Por este motivo, enfoca-se muito sobre doenças cardiovasculares e sobre a importância da prática física. Com a maior divulgação e variedade de exercícios físicos, popularizaram-se atividades antes não tão praticadas, como é o caso dos exercícios resistidos. Muito se fala da influência dos exercícios resistidos na força física, no desenvolvimento da musculatura e na busca de um corpo mais definido. No entanto, estudos têm revelado contribuições benéficas do exercício resistido ao sistema cardiovascular. Durante o esforço físico, ocorrem algumas mudanças no organismo com a finalidade de suprir a demanda aumentada de oxigênio. Entre elas, está o aumento da frequência cardíaca (FC), que varia de acordo com a intensidade do esforço. Assim, esta pesquisa procurou contribuir com uma análise sobre o comportamento da FC em mulheres antes, durante e após 3 séries de hipertrofia, tanto para o grupo flexor da articulação do cotovelo quanto para o extensor. Observou-se que, embora a FC tenha se elevado no decorrer das séries, as variações da FC não foram significativas nos grupos flexor e extensor do cotovelo. Também não foram significativas as diferenças entre as variações da FC da 1ª para a 2ª série entre o grupo flexor e o extensor, assim como para as variações da 2ª para a 3ª série.

Palavras-chave: Exercício resistido, frequência cardíaca, articulação do cotovelo

ABSTRACT

Currently individuals are affected by a routine busy and they don't have time for physical activity, highlighting the sedentary lifestyle, a risk factor for cardiovascular diseases. For this reason, it focuses too much on cardiovascular diseases and the importance of physical practice. With the largest divulgation and variety of physical activities, activities that were not as practiced became popular, as is the case of resistive exercise. Much is said of the influence of resistance exercise in physical strength, in muscle development and in the quest for a more defined body. However, studies have shown beneficial contributions of resistance exercise on the cardiovascular system. During the physical effort, some changes occur in the body in order to meet the increased demand for oxygen. Among them is the increase in heart rate (HR), which varies with the intensity of effort. Thus, this research sought to contribute with an analysis of the HR behavior before, during and after 3 sets of hypertrophy, as far for the flexor group of the elbow as to the extensor group. It was observed that, although the HR has increased in the course of the series, the variations of HR were not significant between the flexor group and extensor group of the elbow joint. Also were not significant the differences between the variations of the HR from the 1ª to the 2ª series between the flexor group and extensor group, as well as to the variations from the 2ª to the 3ª series.

Keywords: Resistance exercise, heart rate, elbow joint

1 – INTRODUÇÃO

Exercícios físicos regulares e bem orientados proporcionam uma série de benefícios para o corpo. Entre eles evidencia-se o fortalecimento do sistema cardiovascular, intimamente associado à menor incidência de cardiopatias.

Durante o exercício físico o consumo de oxigênio pelos músculos esqueléticos aumenta de acordo com a intensidade do exercício. Quanto mais eficiente for o sistema cardiovascular em transportar oxigênio e distribuir o fluxo sanguíneo aos tecidos, melhor será sua capacidade funcional (LEITE, 2000).

Para suprir a maior necessidade de oxigênio dos músculos durante a atividade, a influência simpática provoca aumento da FC e da força do coração (GUYTON, 1988).

A FC é o principal parâmetro utilizado na prescrição de atividades físicas, pois pode ser medida facilmente antes, durante e após as atividades. É também utilizada para classificar a intensidade dos esforços físicos (LEITE, 2000). Entende-se por FC a quantidade de despolarizações e consequentes contrações ocorridas no músculo cardíaco durante um minuto (FOSS; KETEYIAN, 2000).

Pesquisas têm sugerido que o exercício resistido favorece diversos aspectos da saúde, tais como força muscular, capacidade funcional, bem-estar, além de apresentar efeitos cardiovasculares positivos, que diferem de acordo com a intensidade do exercício (UMPIERRE; STEIN, 2007).

Exercícios resistidos (ER) são caracterizados por contrações voluntárias de músculos esqueléticos específicos contra uma resistência externa. Esta resistência pode ser imposta pela própria massa corporal, por pesos livres ou por equipamentos (FLECK; KRAEMER, 1999).

Em ER com cargas baixas nota-se aumento da FC, da pressão arterial sistólica (PAS) e débito cardíaco (DC). Já em ER com cargas altas, observa-se também aumento na pressão arterial diastólica (PAD), sendo que nas últimas repetições das séries do ER verificam-se maiores valores de FC e PA, quando estas séries são realizadas até a fadiga (UMPIERRE; STEIN, 2007).

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Cotovelo

Anatomicamente, o cotovelo representa apenas uma articulação (flexão-extensão). Em termos fisiológicos, existem duas funções separadas:

- A flexão-extensão: Depende da articulação umeroulnar e articulação umerorradial;
- A prono-supinação: Depende da articulação radioulnar proximal.

2.1.1 - Músculos da flexão do cotovelo: Os músculos da flexão do cotovelo são três: Músculo braquial, músculo Braquiorradial e músculo Bíceps braquial.

- Músculo Braquial: Monoarticular, exclusivamente flexor do cotovelo (um dos raros músculos do corpo que possui apenas uma função).
- Músculo Braquiorradial: Realiza principalmente a flexão do cotovelo e secundariamente, realiza supinação em pronação extrema. E pronação em supinação extrema.
- Músculo Bíceps braquial: Principal músculo flexor do cotovelo. Sua ação secundária mais importante é a supinação.

A eficácia dos músculos de flexão é máxima com o cotovelo em flexão de 90°.

Existem também os músculos flexores secundários:

- Músculo extensor radial longo do carpo, músculo ancôneo e músculo pronador redondo.

2.1.2 - Músculos da extensão do cotovelo: A extensão é devida praticamente à ação do músculo Tríceps braquial. O músculo ancôneo possui o papel de estabilizador lateral ativo do cotovelo.

- Músculo Tríceps braquial: Formado por três ventres musculares que terminam em um único tendão, fixado no olecrano. Dois desses ventres (cabeça medial e lateral) são monoarticulares e um (cabeça longa), biarticular. A força do músculo Tríceps braquial é maior quando o ombro está em flexão (KAPANDJI, 2007).

2.2 - Frequência Cardíaca

As fibras do músculo cardíaco são interconectadas entre si, formando uma treliça, denominada sincício. Desta forma, o potencial de ação gerado em qualquer uma das fibras se propaga por todas as outras, fazendo com que o músculo se contraia como um todo. A velocidade do potencial de ação do músculo cardíaco é 10 vezes maior do que o da maioria dos músculos esqueléticos (3/10 de segundo).

No coração há dois sincícios: o sincício muscular que forma as paredes dos dois átrios e o que forma a parede dos dois ventrículos. Eles são separados por tecido fibroso para que os átrios contraiam separadamente dos ventrículos.

A duração do potencial de ação e da contração do músculo cardíaco é mais prolongada se comparada aos outros tipos de músculos. Isso ocorre porque o potencial de ação neste caso apresenta um platô, devido à lentidão da membrana em se repolarizar (canais de cálcio se abrem permitindo a entrada adicional destes íons no interior da fibra muscular cardíaca, mesmo após os canais de sódio terem se fechado, mantendo assim a positividade da membrana e retardando a repolarização).

Após um impulso ter sido propagado por toda a membrana das fibras musculares, o coração entra em período refratário e, durante cerca de 0,3 segundos, essas fibras não podem propagar novo impulso (GUYTON, 1988).

A quantidade dessas despolarizações e consequentes contrações ocorridas em um minuto é chamada de FC. Normalmente, há uma contração ventricular para cada contração atrial (FOSS; KETEYIAN, 2000).

A FC representa o ritmo de funcionamento ou de atividade elétrica e contrátil do coração.

2.3 - Ritmicidade Cardíaca

O sistema intrínseco de controle da ritmicidade do coração é composto pelo nodo sinoatrial, vias internodais, feixe interatrial anterior, nodo atrioventricular, feixe atrioventricular, ramos direito e esquerdo e as fibras de Purkinje, podendo funcionar sem influências externas. Porém, existe o sistema extrínseco de controle da ritmicidade do coração, feito pelo sistema nervoso autônomo e por catecolaminas circulantes.

2.4 - Controle Intrínseco da Frequência Cardíaca

2.4.1 - Nodo Sinoatrial (nodo SA)**:** Também chamado de marcapasso do coração, é responsável pela frequência do batimento cardíaco. Localiza-se na parede superior do átrio direito, perto da veia cava superior. É nele que se origina o impulso cardíaco.

2.4.2 - Vias Internodais**:** São feixes delicados que tem origem no nodo SA e que passam pelos átrios até o nodo atrioventricular (GUYTON, 1988). Conduzem o impulso elétrico pelos átrios mais rapidamente do que se fosse conduzido apenas pelo músculo atrial (FOSS; KETEYIAN, 2000).

2.4.3 - Feixe Interatrial Anterior**:** Feixe de fibras musculares atriais que passa do átrio direito para o esquerdo pelas paredes anteriores dos átrios e conduzem o impulso cardíaco com velocidade maior (GUYTON; HALL, 1996).

2.4.4 - Nodo Atrioventricular (nodo AV)**:** Responsável pela transmissão do potencial de ação dos átrios para os ventrículos e, especialmente, pelo atraso nesta transmissão. O atraso é devido a fibras serem muito largas e conduzirem com lentidão, retardando pouco mais de 1/10 de segundo. Isto é necessário para que a contração dos átrios ocorra antes da contração dos ventrículos, permitindo o fluxo de sangue dos átrios para os ventrículos.

2.4.5 - Feixe Atrioventricular ou de Hiss**:** Feixe de fibras de Purkinje que sai do nodo atrioventricular, atinge o septo interventricular e depois se divide em dois grandes ramos: esquerdo e direito, que nos respectivos ventrículos se dividem em várias ramificações e fazem contato direto com o músculo cardíaco (GUYTON; HALL, 1996).

2.4.6 - Fibras de Purkinje**:** São fibras cardíacas grandes, que conduzem muito rapidamente o impulso cardíaco desde os ramos direito e esquerdo para os dois ventrículos. Conduzem com velocidade 5 vezes maior do que no músculo cardíaco.

A frequência da despolarização das fibras no nodo SA é de cerca de 72 potenciais de ação por minuto. Os impulsos originados no nodo SA são propagados para os átrios e os ventrículos, fazendo com que todo o coração siga esse ritmo.

2.5 - Controle Extrínseco da Frequência Cardíaca

O controle extrínseco da FC é dado pelo sistema nervoso autônomo (SNA) e pela medula da glândula adrenal.

O SNA se conecta ao coração por meio de dois grupos de nervos: nervos simpáticos e nervos parassimpáticos (vagos).

2.5.1 - Estimulação Simpática**:** É necessária quando a pessoa se encontra em situações de estresse como, por exemplo, exercício físico, doença e calor excessivo. Desencadeia a liberação de noradrenalina diretamente sobre o miocárdio, aumentando a FC e a velocidade de propagação do impulso cardíaco, devido ao aumento da permeabilidade ao íon Na^{+}, bem como a força de contração do coração, pelo aumento da permeabilidade aos íons Ca^{++}.

2.5.2 - Estimulação Parassimpática**:** Normalmente é utilizada nos períodos de repouso, conservando as reservas cardíacas. Envolve a liberação de acetilcolina, particularmente sobre os nodos sinoatrial e atrioventricular, promovendo uma diminuição na FC e um maior retardo na condução dos impulsos cardíacos pelo nodo AV, alongando o período de intervalo entre as

contrações do átrio e do ventrículo, ambos promovidos pelo aumento da permeabilidade aos íons K^+ (GUYTON, 1988).

2.5.3 - Medula Adrenal**:** Embriologicamente a medula adrenal tem a mesma origem que o SNA simpático e, assim, secreta noradrenalina e, em maior quantidade, adrenalina. Está intimamente associada ao ramo simpático do SNA e a estimulação simpática desencadeia a liberação de adrenalina da medula adrenal para a corrente sanguínea. Essa liberação adicional de adrenalina é importante para potencializar o efeito da noradrenalina local, considerando que a estimulação nervosa é rápida, porém não se mantém eficientemente durante um período prolongado.

2.6 - Adaptações Cardiovasculares Durante o Exercício

Durante o exercício, ocorrem duas modificações no organismo que visam atender a demanda de transporte dos gases O_2 e CO_2: aumento do DC e redistribuição de sangue dos órgãos menos ativos para os mais ativos (FOSS; KETEYIAN, 2000).

Para atender a maior demanda de oxigênio dos músculos em atividade, a influência simpática nesse processo provoca aumento da FC e da força do coração (GUYTON, 1988).

Os responsáveis pelo aumento do DC são: aumento da FC e aumento do VS (LEITE, 2000).

A FC aumenta de acordo com a intensidade do esforço físico e de acordo com o consumo de oxigênio (VO_2). Se isto não ocorre, a resposta do organismo não está normal e a atividade deve ser cessada (LEITE, 2000).

Além disso, são liberadas substâncias para que os vasos nos músculos em atividade fiquem dilatados para aumentar o fluxo sanguíneo nesta região, enquanto que em outras partes do corpo o fluxo sanguíneo é reduzido. Os demais vasos sanguíneos são fortemente contraídos, exceto nos sistemas coronariano e cerebral que não sofrem efeito vasoconstritor (GUYTON, 1988).

O grau de vasodilatação nos músculos utilizados determina a intensidade do aumento do DC. Durante o exercício, o fluxo sanguíneo nos músculos pode aumentar mais de 20 vezes, devido ao aumento do DC e da vasodilatação local.

Em exercícios de muita tensão, onde são utilizados poucos músculos, ocorre a vasodilatação apenas nestes poucos músculos, ocorrendo na maior parte do corpo vasoconstrição, aumentando muito a PA. Já em exercícios que envolvem o corpo todo, há

vasodilatação em muitos músculos, ocasionando aumento de pressão não tão elevado (GUYTON, 1998).

A bomba do lado esquerdo do coração é a responsável pela distribuição de sangue nos músculos esqueléticos durante a atividade física.

Em repouso, não há muita diferença entre DC de indivíduos treinados e não treinados. Durante exercícios de mesma intensidade, o DC de indivíduos não treinados pode ser ligeiramente mais alto.

As mulheres em atividades semelhantes a dos homens costumam ter um DC maior, ou seja, para uma mesma intensidade, precisam que o coração trabalhe mais do que o deles.

Um coração que bate com menor frequência e possui VS maior, possui maior capacidade funcional, pois necessita de menos oxigênio (FOSS; KETEYIAN, 2000).

2.7 - Exercícios Resistidos - ER

Também conhecidos como exercícios de força, exercícios localizados, exercícios com pesos ou exercícios de musculação, são caracterizados por contrações voluntárias de músculos esqueléticos específicos contra uma resistência externa (força oposta ao movimento realizado). Esta resistência pode ser oferecida por equipamentos de musculação, pesos livres, elásticos, peso do próprio corpo, entre outros. Normalmente, este tipo de exercício é realizado em série (sequencias contínuas de repetições do movimento com intervalo entre elas) (BARRETTO; NEGRÃO, 2006).

Devido ao pequeno componente cardiopulmonar dos trabalhos de musculação, torna-se imprescindível sua complementação com trabalhos de caráter aeróbico.

Uma das vantagens dos ER é a de produzir resultados em pouco tempo de treinamento.

É um dos métodos de treinamento que melhor atende ao princípio de especificidade (DANTAS, 1998).

Existem dois tipos principais de exercícios resistidos: os de hipertrofia, que visam um aumento da massa muscular transversa, e os de resistência muscular localizada, que procuram manter o trofismo muscular sem ganho significativo de massa muscular.

Exercícios resistidos de baixa intensidade e muitas repetições promovem melhora da resistência muscular localizada (RML) e os de alta intensidade (cargas elevadas) e poucas repetições, promovem a melhora da força muscular (hipertrofia).

2.7.1 – Hipertrofia:

Para desenvolver a hipertrofia deve-se utilizar de 70% a 85% da RM e de 8 a 12 repetições. Já para séries de resistência muscular localizada, deve ser utilizado de 40% a 60% da RM e de 20 a 30 repetições (FLECK; KRAEMER, 1999).

Hipertrofia é o aumento da massa muscular, uma das principais adaptações do músculo esquelético à sobrecarga de trabalho decorrente da execução de exercícios dinâmicos e estáticos. Exercícios dinâmicos são aqueles com movimentos cíclicos, com contrações concêntricas (tensão produzida durante o encurtamento do músculo) e excêntricas (tensão produzida durante o alongamento do músculo). Exercícios estáticos são aqueles que envolvem contrações isométricas (o músculo mantém seu comprimento enquanto a tensão é produzida).

O aumento na tensão muscular gerado por treinamento de hipertrofia estimula o crescimento do músculo esquelético decorrente da proliferação de miofibrilas contráteis, aumentando a área de secção transversa e a potência para produção de força máxima (BARRETTO; NEGRÃO, 2006).

A hipertrofia e a hipertonicidade resultantes do treinamento de musculação, se não forem trabalhadas complementarmente, por meio de alongamentos e flexionamentos, poderão provocar uma diminuição do arco articular de alguns movimentos (DANTAS, 1998).

Há dois tipos de hipertrofia:

- Hipertrofia temporária: Refere-se a um aumento do volume muscular decorrente de um acúmulo de líquido (proveniente do plasma sanguíneo) nos espaços intersticial e intracelular do músculo. Ocorre durante e imediatamente após a realização de um exercício.
- Hipertrofia crônica: Refere-se a um aumento do volume muscular decorrente de mudanças estruturais no músculo que pode ser proveniente do aumento do diâmetro das fibras musculares (hipertrofia das fibras) ou do aumento do número de fibras musculares (hiperplasia das fibras). Ocorre em longo prazo, consequência do treinamento de força (COSTILL; KENNEY; WILMORE, 2010).

2.8 - Adaptações Cardiovasculares ao Exercício Resistido

Acredita-se que, devido à sobrecarga de pressão, o coração dos indivíduos que fazem levantamento de pesos desenvolve um septo interventricular mais espesso e um espessamento da parede posterior. Além disso, ocorre um aumento da massa ventricular esquerda, sem que haja modificação do tamanho da cavidade ventricular esquerda após a diástole.

O treinamento com pesos é utilizado para o desenvolvimento da força muscular e endurance. Aprimoram-se a velocidade e a potência de contração do músculo. O

fortalecimento dos músculos implicados em um esporte específico, por meio de exercícios com pesos, pode ser usado como aprimoramento das habilidades deste esporte (FOSS; KETEYIAN, 2000).

O exercício resistido não produz aumento em longo prazo na pressão arterial em repouso. Um programa regular de exercícios resistidos modera a resposta da PA a esse tipo de exercício. Durante a fase concêntrica (encurtamento) da contração muscular, o sistema arterial periférico é comprimido, aumentando drasticamente a resistência periférica total. Na tentativa de aumentar o fluxo sanguíneo muscular, aumentam-se a atividade do SNA simpático, o DC e a pressão arterial média, de acordo com a intensidade do esforço e do tamanho da massa muscular envolvida.

Os poucos estudos existentes verificaram que à medida que se vai executando as repetições de uma série, a FC e as pressões arteriais sistólica e diastólica aumentam progressivamente e consideravelmente, apresentando valores mais altos nas últimas repetições.

Considerando o mesmo número de repetições, quanto maior for a carga do exercício resistido, maior será o aumento da FC e da pressão arterial. A resposta cardiovascular depende tanto da intensidade quanto do número de repetições e também da fadiga concêntrica ser ou não atingida. Com a mesma intensidade e número de repetições, o exercício que envolve maior massa muscular é o que mais aumenta a pressão arterial e a FC (BARRETTO; NEGRÃO, 2006).

A sobrecarga cardiovascular aguda observada em exercícios intensivos de resistência pode ser prejudicial a pessoas com doenças cardíacas e vasculares. O indicado neste caso seriam exercícios aeróbicos moderados rítmicos (McARDLE; KATCH; KATCH, 1998).

Por isso, é necessário, principalmente aos hipertensos, planejar um período de pausa, entre as séries, que seja suficiente para que os valores de pressão arterial voltem a se igualar aos valores basais.

O treinamento de hipertrofia, realizado com alta intensidade, possui elevado componente isométrico e provoca grande sobrecarga de pressão sobre o sistema cardiovascular. Após um período de treinamento, observa-se aumento de massa cardíaca (hipertrofia cardíaca) proporcional ao aumento de massa magra e da câmara interna. O DC de repouso de atletas de força não difere de sedentários, assim como a resistência vascular periférica. A hipertrofia cardíaca que acontece também depende da duração das sessões de exercício físico. (BARRETTO; NEGRÃO, 2006).

2.8.1 - Respostas Cardiovasculares nas mulheres:

As mulheres, em geral, apresentam respostas mais altas para FC em relação aos homens em exercício submáximo. Mas, geralmente, a FC máxima é a mesma para homens e mulheres. O volume sistólico (VS) é mais baixo em mulheres e o débito cardíaco (DC) é praticamente idêntico para ambos.

Por possuírem concentrações mais baixas de hemoglobina, as mulheres apresentam menor concentração de oxigênio arterial e um potencial oxidativo muscular reduzido (uma quantidade menor de oxigênio é enviada para os músculos ativos).

As mulheres possuem corações menores e, consequentemente, ventrículos esquerdos menores devido às concentrações reduzidas de testosterona. Esta característica se deve também ao seu porte físico menor, assim como o fato de as mulheres apresentarem volume sanguíneo menor (COSTILL; KENNEY; WILMORE, 2010).

Assim, é importante compreender as alterações da FC nos exercícios resistidos, como forma de contribuição para a melhora do planejamento do treinamento resistido, na identificação de intensidades específicas para cada objetivo, indivíduo e grupos musculares.

3 – OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo verificar as alterações na FC em mulheres jovens antes, durante e após exercício resistido em dois diferentes grupos musculares.

4 – METODOLOGIA

4.1 - Sujeitos

Participaram da coleta de dados 15 mulheres adultas jovens do sexo feminino que não possuíam histórico de problemas cardíacos e não eram praticantes de musculação. Todas as participantes responderam a uma anamnese (apêndice A) e assinaram o termo de consentimento de participação na pesquisa (apêndice B).

4.2 - Determinação do Peso Máximo

Foram determinados dois dias de coleta de dados com cada participante, sendo um dia dedicado ao grupo flexor da articulação do cotovelo e outro dedicado ao grupo extensor. Nos dois dias foi realizado o aquecimento específico, o teste de 1RM e as séries de hipertrofia, através do exercício escolhido para o grupo muscular analisado no dia: Rosca direta para flexão e Tríceps Pulley para extensão.

Inicialmente, cada participante realizou um aquecimento específico com 20 repetições com a carga mínima oferecida pelo aparelho de musculação (5 quilos).

Em seguida, foi feito o teste de peso máximo com o objetivo de determinar a maior carga com a qual o indivíduo consegue executar um determinado número de repetições de contrações isotônicas concêntricas em toda a amplitude do arco articular (DANTAS, 1998).

O teste de 1 RM (repetição máxima) é o mais usado e conhecido sendo que 1RM representa a carga máxima que um determinado grupo muscular consegue levantar somente uma vez.

O teste de peso máximo é feito por tentativas com diversos pesos até atingir o peso máximo.

Há duas formas de se determinar:

- Crescente: Iniciam-se as tentativas com um peso inferior ao máximo e vai aumentando a carga até que se chegue nesse máximo.
- Decrescente: Iniciam-se as tentativas com um peso que o indivíduo não consegue suportar e vai diminuindo a carga até que se consiga uma repetição completa.

Qualquer um dos métodos é válido se a determinação do peso máximo for obtida em até quatro tentativas, pois devido à fadiga muscular, as tentativas posteriores ficam comprometidas.

Para que um teste de peso máximo seja bem executado é importante que o aplicador estime uma carga inicial bem próxima ao peso máximo.

O método escolhido para o referido estudo foi o teste de 1RM crescente, no qual a carga da tentativa inicial é estimada e as demais tentativas são feitas de 5 em 5 minutos com cargas progressivas, até que se encontre a carga com a qual o indivíduo consiga realizar uma única repetição em toda a sua amplitude (FOSS; KETEYIAN, 2000).

Este procedimento foi executado tanto para a definição de 1RM do grupo flexor do cotovelo (pelo exercício Rosca Direta) quanto para o grupo extensor (exercício Tríceps Pulley).

4.3 - Protocolo Experimental

Foi realizada uma sequência de exercícios de hipertrofia composta de 03 séries, com 70 % da RM e 10 repetições em cada série, com intervalos de 3 minutos entre elas (UCHIDA, et al, 2003), tanto para o grupo flexor da articulação do cotovelo quanto para o extensor.

As séries de hipertrofia do grupo flexor da articulação do cotovelo foram feitas pelo exercício Rosca direta (flexão do bíceps com cabo) e as séries do grupo extensor, pelo exercício Tríceps Pulley, ambos realizados no aparelho de musculação Hilo Pulley localizado na sala de musculação da Praça de Esportes da Faculdade de Ciências da Unesp de Bauru. Optou-se por exercícios que pudessem ser realizados em um mesmo aparelho, amenizando assim as possíveis interferências decorrentes da particularidade de cada aparelho.

O aparelho de musculação conhecido como Hilo Pulley (polia simples) consiste num sistema onde o indivíduo levanta inúmeras barras de pesos puxando cabos de aço por meio de roldanas.

Para o indivíduo realizar o exercício Rosca direta (flexão do bíceps com cabo), ele deve se posicionar em pé, com os pés afastados na largura dos ombros, joelhos ligeiramente flexionados, segurar a barra presa a uma polia baixa, utilizando uma pegada supinada, com o dorso das mãos voltado para baixo, segurando a barra com as mãos mais afastadas do que a largura dos ombros e com os braços estendidos. Levantar a barra na direção dos ombros, flexionando os cotovelos e voltar os braços a 90 graus. A pessoa deverá fixar os cotovelos nos lados do corpo, impedindo assim o movimento no ombro.

Este é um exercício com movimento articular simples (flexão do cotovelo) e os principais músculos envolvidos são Bíceps braquial, Braquial, Braquiorradial.

Para a realização da Extensão do tríceps com cabo (Tríceps Pulley), o indivíduo deve se posicionar em pé, com os pés afastados na largura dos ombros, joelhos ligeiramente flexionados, segurar a barra presa a uma polia alta, com as mãos em pronação na largura dos ombros e os braços estendidos. Começar o exercício com os cotovelos apontados para trás. Deixar que a resistência puxe lentamente os braços para cima até que formem um ângulo de 90 graus. Relaxe as mãos, contraia o tríceps e lentamente volte à posição inicial, sempre tomando o cuidado para não afastar os cotovelos do tronco.

Este é um exercício com movimento articular simples (extensão do cotovelo) e os principais músculos envolvidos são tríceps (cabeça longa, cabeça medial e cabeça curta) e ancôneo (AABERG, 2002).

A FC foi monitorada utilizando eletrodos e uma unidade de aquisição de dados, marca BIOPAC SYSTEMS, modelo MP36, conectado a um computador para registro e análise posterior dos dados. Primeiramente, a FC foi registrada após 10 minutos em repouso (FC do 1º repouso), 10 minutos após o teste de 1RM (FC do 2ª repouso), nos intervalos entre as séries de hipertrofia e 10 minutos após o término da última série (FC do repouso final). Durante os registros de FC as participantes se mantiveram em pé.

Os procedimentos para coleta e gravação dos dados seguiram o roteiro básico proposto por Pflanzer, R.; Uyehara, J.C..

4.4 - Análise Estatística

Os resultados obtidos foram comparados em média e desvio-padrão, pelo Test T – *Student* para amostras pareadas, considerando 5% como nível de significância.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As participantes da pesquisa apresentaram uma média de idade de 23 ± 2 anos, não praticantes de musculação, sendo que 40% praticavam outra atividade física e 60% eram sedentárias. Possuíam uma média de peso de 61,23 ± 9,25 Kg e 1,65 ± 0,06 m de altura. Não possuíam doenças cardiovasculares e nem faziam uso de medicamentos.

No teste de 1 RM para flexão, a carga máxima que prevaleceu foi a de 15 quilos (mediana) e na extensão foi a de 20 quilos (mediana). Sendo assim, a maioria utilizou uma carga de 10 quilos para a série de hipertrofia para flexão do cotovelo e de 15 quilos para a de extensão, conforme observado nos quadros 01 e 02.

QUADRO 01. Dados coletados durante o teste de 1 RM e antes, durante e após as séries de hipertrofia para o grupo flexor do cotovelo.

FLEXÃO								
Sujeito	**Carga Máxima (1RM)**	**Carga Utilizada**	**FC 1ª Repouso**	**FC 2ª Repouso**	**FC 1ª série**	**FC 2ª série**	**FC 3ª série**	**Repouso final**
1	15	10	82	74	96	94	96	84
2	15	10	80	86	93	98	92	86
3	20	15	88	92	108	114	114	100
4	20	15	82	90	110	114	118	104
5	15	10	82	74	90	78	98	78
6	20	15	90	82	96	120	122	88
7	10	5	104	106	118	114	120	126
8	20	15	86	84	98	96	94	82
9	20	15	82	78	94	90	84	80
10	15	10	82	84	88	92	96	82
11	15	10	76	88	110	112	116	90
12	15	10	82	86	88	100	96	80
13	20	15	78		102	104	104	82
14	20	15	100	98	112	112	100	94
15	10	5	92	94	102	102	104	86
Médias	16,67	11,67	85,73	86,86	100,33	102,67	103,60	89,47
Desvio Padrão	3,62	3,62	7,89	8,90	9,44	11,63	11,67	12,57
Mediana	15	10						

QUADRO 02. Dados coletados durante o teste de 1 RM e antes, durante e após as séries de hipertrofia para o grupo extensor do cotovelo.

EXTENSÃO								
Sujeito	**Carga Máxima (1RM)**	**Carga Utilizada**	**FC 1ª Repouso**	**FC 2ª Repouso**	**FC 1ª série**	**FC 2ª série**	**FC 3ª série**	**Repouso final**
1	20	15	96	90	100	106	112	94
2	30	20	74	70	82	80	82	64
3	30	20	84	82	96	94	90	86
4	30	20	78	92	98	98	104	90
5	30	20	102	96	102	106	110	88
6	20	15	108	102	110	110	112	102
7	20	15	102	104	110	114	118	106
8	30	20	98	106	110	118	112	102
9	30	20	80	78	88	88	78	78
10	20	15	92	86	94	90	88	86
11	20	15	76	78	74	82	82	82
12	20	15	90	80	92	90	94	78
13	20	15	60	60	90	96	90	60
14	35	25	100	106	122	120	126	108
15	15	10	94	86	100	102	98	90
Médias	24,67	17,33	88,93	87,73	97,87	99,60	99,73	87,60
Desvio Padrão	6,11	3,72	13,22	13,62	12,20	12,59	14,79	14,04
Mediana	20	15						

Portanto, as cargas utilizadas na extensão foram predominantemente maiores quando comparadas às cargas utilizadas na flexão.

Segundo Dantas (1998), a força de flexão em pronação é maior do que a força de flexão em supinação. O músculo bíceps braquial encontra-se mais alongado, portanto, mais eficaz quando o antebraço está em pronação. Isso pode explicar, em partes, porque as participantes obtiveram valores menores no teste de 1 RM para flexão do cotovelo em relação à extensão.

As fibras dos músculos esqueléticos apresentam diferentes velocidades e intensidades de encurtamento. Elas podem ser divididas em dois grupos: Fibras de contração lenta (tipo I) que estão diretamente ligadas a maior resistência; e Fibras de contração rápida (tipo IIa e IIb) associadas a maior produção de velocidade e força. Cada tipo de fibra desempenha um papel diferente nas atividades físicas. Os músculos são compostos, em média, por 50% de fibras tipo I, 25% de fibras tipo IIa e 25% de fibras tipo IIb. Porém, não é possível definir a

porcentagem exata de cada tipo de fibra, pois ela varia de acordo com o músculo e com o indivíduo (COSTILL; KENNEY; WILMORE, 2010).

Desta forma, pode-se concluir que algumas pessoas podem apresentar maior número de fibras do tipo II, conseguindo executar exercícios de resistência com maiores cargas, ao mesmo tempo em que não apresentam elevação tão intensa da frequência cardíaca.

Podemos inferir também que se o mesmo estudo fosse realizado comparando outros dois diferentes grupos musculares, os resultados poderiam ser diferentes, visto que a porcentagem de fibras do tipo I e II varia de músculo para músculo, indicando a necessidade de mais estudos sobre o assunto.

Tanto na flexão quanto na extensão, não houve diferenças significativas entre as frequências cardíacas no repouso inicial de 10 minutos (FC 1ª Repouso) e nos 10 minutos de repouso que sucede o teste de 1 RM (p = 0,72 para flexão e 0,49 para extensão). Não interferindo assim nas frequências cardíacas coletadas posteriormente.

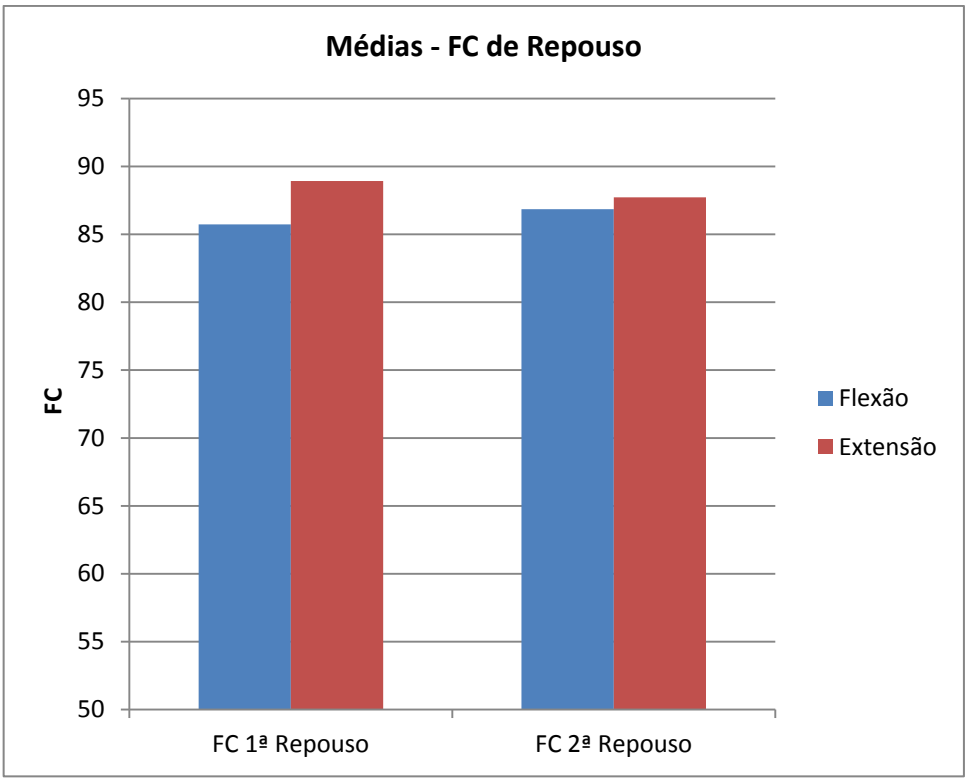

Figura 01. Comparação entre a média das FC do 1ª Repouso com a média das FC do 2º Repouso, tanto para flexão como para a extensão. Não houve diferenças significativas (p = 0,72 para flexão e 0,49 para extensão).

As alterações de FC só foram significativas do 2º repouso para o início da 1ª série de hipertrofia, tanto para a flexão (p = 0,0005) como para a extensão (p = 0,0001), e também, da 3ª série para o repouso final (p = 0,0000567 para flexão; p = 0,0000804 para extensão).

Entre as séries de hipertrofia para flexão, as alterações da FC da 1ª série para a 2ª (p = 0,28), e da 2ª série para a 3ª (p = 0,62) não foram significativas, assim como para a extensão (p = 0,11; p = 0,92 respectivamente).

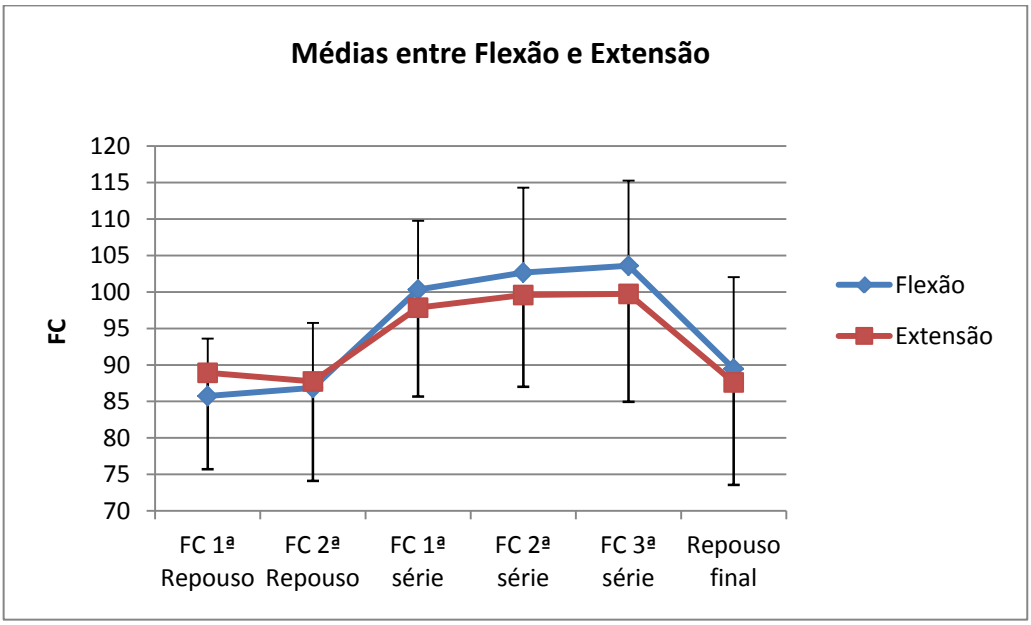

Figura 02. Comparação entre as médias de FC obtidas antes, durante e após as séries de hipertrofia do grupo flexor do cotovelo com as do grupo extensor do cotovelo.

Se comparadas, as variações das frequências cardíacas da 1ª para a 2ª série da flexão com as variações da 1ª para a 2ª série da extensão, os valores também não são significativos (p = 0,83), assim como para os valores da 2ª para a 3ª série da flexão com a extensão (p = 0,70). Portanto, podemos dizer que não há diferenças significativas entre as variações de frequência cardíaca obtidas no exercício Rosca direta com os obtidos no exercício Tríceps Pulley.

Foi possível observar que após os 10 minutos de repouso final (depois da 3ª série), os valores da FC encontrados ficaram próximos aos valores do 2º repouso. A diferença entre eles não foi significativa (p = 0,53 para flexão; p = 0,89 para extensão).

Devido à falta de estudos relacionados às variações da FC em exercícios resistidos para grupos musculares diferentes, torna-se equivocado concluir que as variações de FC não são significantes para grupos musculares diferentes envolvendo uma mesma articulação. É

necessário que se verifique essa alteração em outros grupos musculares, utilizando outros exercícios, em outros indivíduos, principalmente em casos particulares, cujos sujeitos possuem doenças cardiovasculares.

6 – CONCLUSÃO

1) Em relação à intensidade do exercício, as cargas utilizadas pelas participantes foram maiores para o grupo extensor do cotovelo em relação ao grupo flexor, predominantemente.

2) As variações da FC do 1º Repouso (repouso inicial) para o 2º repouso (10 minutos de repouso após o teste de 1 RM) não foram significativas tanto para flexão, quanto para a extensão.

3) Entre as séries de hipertrofia para o grupo flexor do cotovelo e para o grupo extensor, as alterações da FC da 1ª série pra a 2ª e da 2ª para a 3ª série não foram significativas.

4) Somente do 2º repouso para a 1ª série e da 3ª série para o repouso final as alterações da FC foram significativas, tanto na flexão quanto na extensão do cotovelo.

5) Os valores encontrados para FC no repouso final foram próximos aos valores encontrados no 1º repouso e 2º repouso.

6) Comparando as variações de FC da 1ª para a 2ª série da flexão com as variações da 1ª para a 2ª série da extensão, os valores também não são significativos, assim como na comparação dos valores de FC da 2ª para a 3ª série da flexão com os valores da extensão.

Os resultados sugerem um aprofundamento do estudo nesta linha de pesquisa para uma melhor contribuição no planejamento de exercícios resistidos.

7 - REFERÊNCIAS

AABERG, E. **Conceitos e técnicas para o treinamento resistido**. 1 ed. Barueri: Editora Manole Ltda, 2002.

BARRETTO, A. C. P.; NEGRÃO, C. E. **Cardiologia do Exercício: do Atleta ao Cardiopata**. 2 ed. Barueri: Editora Manole Ltda., 2006.

COSTILL, D. L.; KENNEY, W. L.; WILMORE, J. H. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. 4 ed. Barueri: Editora Manole Ltda., 2010.

DANTAS, E. H. M. **A Prática da Preparação Física**. 4 ed. Rio de Janeiro: Shape Editora e Promoções Ltda, 1998.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

FOSS, M. L.; KETEYIAN, S. J. **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte.** 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GUYTON, A. C. **Fisiologia Humana.** 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

KAPANDJI, A. I. **Fisiologia Articular.** 6 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2007.

LEITE, P. F. **Fisiologia do Exercício: Ergometria e Condicionamento Físico: Cardiologia Desportiva.** 4 ed. São Paulo: Robe Editorial, 2000.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

PFLANZER, R.; UYEHARA, J.C. - Lesson 05 – Electrocardiography I. IN: Biopac Student Lab – Laboratory Manual - Biopac Systems, Inc.

UCHIDA, M. C. et al. **Manual de Musculação.** 4 ed. São Paulo: Phorte Editora, 2006.

UMPIERRE, D.; STEIN, R. Efeitos hemodinâmicos e vasculares do treinamento resistido: implicações na doença cardiovascular. *Arq Bras Cardiol.* 2007, vol. 89, n.4, pp. 256-262. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2007001600008>. Acesso em: 28 maio 2010.

8 – APÊNDICES

8.1 - Apêndice A

Anamnese

Nome: _____

Data Nasc.: _____

Idade: _____

Peso: _____

Altura: _____

Nível de condicionamento físico: Sedentário ( ) Ativo( ) Atleta ( )

Pratica algum tipo de atividade física? Sim ( ) Não ( )

Qual? _____

Quantas vezes por semana? _____

Pratica ou já praticou musculação? _____

Fuma/Já fumou? _____

Faz uso de bebidas alcoólicas? _____

Faz uso de medicamentos? Qual? _____

Possui alguma patologia? _____

8.2 - Apêndice B

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

A pesquisa VARIAÇÃO AGUDA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE SÉRIE DE HIPERTROFIA PARA GRUPO FLEXOR E EXTENSOR DO COTOVELO tem como objetivo analisar as variações da frequência cardíaca antes, durante e após a execução de exercício resistido em dois grupos musculares diferentes. Inicialmente, será realizado um teste de determinação da repetição máxima (1 RM) para definição da intensidade do exercício para cada indivíduo. Cada participante realizará uma sequência de exercícios de hipertrofia de 3 séries de 10 repetições, com 70 % da RM, tanto para o grupo flexor da articulação do cotovelo quanto para o extensor. A frequência cardíaca será monitorada e, os dados, registrados para análise posterior. Os resultados obtidos serão utilizados para fins científicos e a identidade dos participantes será mantida em sigilo. Os participantes são livres para recusar ou interromper sua participação a qualquer momento, sem que isso lhe acarrete qualquer prejuízo.

Diante dos esclarecimentos prestados neste termo, Eu,_____ portador do RG n.º _____, declaro que concordo em participar, como voluntário, do Projeto de Pesquisa, VARIAÇÃO AGUDA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE SÉRIE DE HIPERTROFIA PARA GRUPO FLEXOR E EXTENSOR DO COTOVELO. Para tanto, afirmo estar em boas condições de saúde e concordar com a divulgação dos resultados obtidos na presente pesquisa, uma vez que a minha identidade pessoal será preservada.

Larissa de Oliveira Marques

_____

Francisco Gouvêa Junior

_____