

Efeitos do exercício contínuo e moderado sobre o óxido nítrico salivar, pressão arterial e glicose

Effects of continuous and moderate exercise on salivary nitric oxide, blood pressure and glucose

DOI:10.34117/bjdv7n8-304

Recebimento dos originais: 10/07/2021

Aceitação para publicação: 12/08/2021

Nestor Persio Alvim Agricola

Doutor em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina UFG

Instituição: Universidade Federal de Jataí GO

Endereço: Rua Voluntários da Pátria 1132, Vila Fátima, Jataí - Goiás CEP 75803-100

E-mail: nestoralvim@ufg.br

Paulo José Cabral Lacerda

Doutor em Educação Física, Universidade Estadual de Maringá UEM

Instituição: Universidade Federal de Jataí GO

Endereço: Rua Anibal Cintra 25, Serra Azul, Jataí – Goiás. CEP 75802-290

E-mail: pjclacerda@ufj.br

Chaysther de Andrade Lopes

Mestre em educação, Faculdade Moura Lacerda, Ribeirão Preto

Instituição: Univesidade Federal de Jataí GO

Endereço: Rua Anhanguera, n. 1275, centro, Jataí – Goiás CEP 75800-061

E-mail: chaysther@ufg.br

Nielson dos Santos

Acadêmico de Educação Física, bolsista de Iniciação Científica

Instituição: Universidade Federal de Jataí GO

E-mail: nosleinsantos@gmail.com

RESUMO

A proposta deste trabalho foi estudar alguns parâmetros associados à condição de saúde humana e seu comportamento antes, durante e depois do exercício físico. O objetivo deste estudo é avaliar o comportamento das concentrações de óxido nítrico em exercício físico contínuo e moderado, por meio da saliva, e a sua correlação com outros parâmetros, como glicose sanguínea, pressão arterial e frequência cardíaca, para, assim, inferir sobre os efeitos no sistema cardiocirculatório e suas potencialidades para a saúde humana. O método utilizado se caracteriza como quantitativo, descritivo e experimental. 20 voluntários na faixa etária entre 20 e 40 anos, submetidos individualmente a uma seção de 30 minutos de exercício em bicicleta ergométrica, com intensidade moderada, durante a qual foram monitoradas a frequência cardíaca, a pressão arterial, a glicemia e a concentração de NO na saliva. Esses parâmetros foram medidos antes do exercício, imediatamente após, 15 minutos após e 30 minutos após. Todos os cinco parâmetros tiveram normalidade testada. Cada parâmetro mensurado apresenta um comportamento

específico, sendo que, a frequência cardíaca, o nitrito salivar e a pressão sistólica tendem a variar de forma semelhante, enquanto a variação da glicose é semelhante à da pressão diastólica. O que se conclui é que o exercício físico moderado produz uma clara alteração no estado de homeostase que após certo tempo é reestabelecida. Esse processo produz adaptações no organismo que caracterizam a manutenção da saúde.

Palavras-chave: Exercício físico. Óxido nítrico. Saúde.

ABSTRACT

The purpose of this work was to study some parameters associated with the human health condition and its behavior before, during and after physical exercise. The aim of this study is to evaluate the behavior of nitric oxide concentrations in continuous and moderate physical exercise, through saliva, and its correlation with other parameters, such as blood glucose, blood pressure and heart rate, in order to infer about the effects on the cardiocirculatory system and its potential for human health. The method used is characterized as quantitative, descriptive and experimental. 20 volunteers aged between 20 and 40 years, individually submitted to a 30-minute section of exercise on an ergometric bicycle, with moderate intensity, during which heart rate, blood pressure, blood glucose and NO concentration in the Spittle. These parameters were measured before exercise, immediately after, 15 minutes after and 30 minutes after. All five parameters were tested for normality. Each parameter measured has a specific behavior, with heart rate, salivary nitrite and systolic pressure tending to vary in a similar way, while the variation in glucose is similar to that of diastolic pressure. What can be concluded is that moderate physical exercise produces a clear change in the state of homeostasis, which after a while is re-established. This process produces adaptations in the body that characterize the maintenance of health.

Keywords: Physical exercise. Nitric oxide. Health.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos em bioquímica do organismo humano tem grande relevância para a obtenção e manutenção da condição de saúde, principalmente na descoberta do potencial de fatores como o exercício físico, a alimentação, a condição mental, entre outros. Estudos dessa natureza tem se multiplicado na medida em que as técnicas, protocolos e métodos evoluem do ponto de vista da tecnologia e novas possibilidades de pesquisa e análises se abrem, permitindo o aprofundamento em temas novos. A testagem de parâmetros diferentes se apresentam como possibilidades de pesquisa para a compreensão da relação entre esses diferentes parâmetros e como influenciam na condição de saúde.

Neste trabalho a proposta foi estudar alguns destes parâmetros associados à condição de saúde humana e seu comportamento antes, durante e depois do exercício físico. Entre esses parâmetros, a frequência cardíaca, a pressão arterial, a glicemia e o óxido nítrico. Esses parâmetros foram escolhidos neste estudo por dois motivos: 1. Pela

relação que apresentam entre si na condição de saúde; 2. Pela possibilidade de sua mensuração ou quantificação.

O objetivo central deste estudo foi avaliar o comportamento das concentrações de óxido nítrico em exercício físico contínuo e moderado e a sua correlação com outros parâmetros, como glicose sanguínea, pressão arterial e frequência cardíaca, para, assim, inferir sobre os efeitos no sistema cardiocirculatório e suas potencialidades para a saúde.

2 SAÚDE E EXERCÍCIO FÍSICO

A prática de atividade física está associada a um conjunto de respostas ligadas diretamente à função fisiológica ou metabólica do organismo. Zago (2010) explica que o entendimento da relação entre a prática de exercício físico e o processo de saúde-doença já está consolidada, e que, cabe investigar cada vez mais profundamente os efeitos do exercício físico no organismo humano. Nogueira et. al. (2012) colocam que a atividade física planejada, estruturada e repetitiva tem por objetivo a manutenção da aptidão física e da saúde. Efeitos como, diminuição da perda de massa óssea, aumento da força, coordenação e equilíbrio, redução de fatores de risco cardiovasculares são citados por Ferreira et al. (2015) e afirmam que um estilo de vida ativo, que envolva a prática regular da atividade física, é indicado para a promoção e manutenção da saúde.

Para Polisseni e Ribeiro (2014) a atividade física é um fator de proteção para a saúde e os efeitos dos exercícios físicos são amplamente descritos na literatura relacionada ao tema. Kamada et al. (2018) descreve o exercício físico para pessoas com Alzheimer e afirmam que por provocar uma redistribuição do fluxo sanguíneo cerebral o exercício físico possui efeito neuroprotetor sobre a função cognitiva e ainda, o exercício físico aeróbico promove melhora da aptidão cardiorrespiratória. Dessa forma torna-se uma opção terapêutica não farmacológica viável para a manutenção da saúde de pessoas com Alzheimer, gerando resultados positivos comprovados.

Segundo Winter et al. (2014) é importante que sejam observados aspectos dos exercícios aeróbios para que seja efetivo em relação a seus objetivos. Dentre tais aspectos está a intensidade do exercício, que pode ser mensurada através da frequência cardíaca. Para a manutenção da saúde é recomendado que as pessoas se exercitem o quanto puderem durante a semana, de preferência todos os dias, o que vai ser definido pela aptidão física do indivíduo. Em relação ao tempo, as recomendações também são diversificadas em função do sujeito e sua condição de saúde e de aptidão física.

Ainda segundo esse autor, a tensão gerada no organismo pela intensidade do exercício físico leva a uma mudança no estado de equilíbrio (homeostase). Uma vez que se torna indispensável um aumento da demanda energética e da musculatura, tal modificação do estado de homeostase leva o corpo a necessárias adaptações em diversos sistemas, entre eles, na função cardiovascular. Para que essas modificações ocorram, é preciso que haja sobrecarga no organismo, por isso é indispensável o controle do volume e da intensidade do treinamento.

A palpação às artérias para a mensuração da frequência cardíaca (FC) pode ser considerada o método mais popular de monitoração do exercício físico. A estreita relação entre consumo de oxigênio (VO_2) e FC, e a relativa simplicidade de mensuração, faz com que a FC seja muito utilizada como parâmetro para prescrição e controle de intensidade de exercícios físicos. Os métodos conhecidos de mensuração da FC são: eletrocardiograma (ECG), monitor de FC (frequencímetro) e a palpação arterial. Apesar de o registro da atividade elétrica do coração pelo ECG ser mais eficiente, o uso do frequencímetro também pode dar bons resultados (PEREZ et al., 2010).

O controle da frequência cardíaca é importante ferramenta para possibilitar melhor entendimento acerca do funcionamento do coração, levando à obtenção imediata de parâmetros cardiovasculares relacionadas a prática de atividades físicas. Fornece resposta acerca do condicionamento dos indivíduos e possibilita um trabalho mais preciso em relação à predição dos exercícios (Guedes e Legnani 2012)

Assim como é consenso que o exercício físico produz efeitos benéficos, também é consenso entre autores da área que a mensuração da frequência cardíaca do indivíduo é a forma mais prática e menos invasiva de controle da intensidade dos exercícios.

3 PRESSÃO ARTERIAL E GLICOSE RELACIONADA AO EXERCÍCIO FÍSICO

A Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS), uma síndrome multifatorial caracterizada pela presença de níveis de pressão arterial sistólicos (PAS) e diastólicos (PAD) elevados, é um dos principais fatores de risco para complicações cardiovasculares. As origens dessa síndrome podem estar vinculadas tanto a características genéticas quanto ao estilo de vida, sedentarismo, uso de drogas e exposição à estresses físicos e psicológicos, além de hábitos alimentares. Uma das formas de prevenção adotadas para esses casos é o uso de agentes não farmacológicos que diminuem os níveis pressóricos de

repouso em hipertensos, como o exercício físico (VINHAL, 2008). A pressão arterial é definida por dois momentos do ciclo cardíaco: a sístole e a diástole. O momento de maior pressão arterial é o da sístole, em que os ventrículos se contraem, a válvula mitral está fechada e a válvula aórtica está aberta. Nesse momento a pressão arterial auferida é chamada pressão sistólica. O momento de menor pressão arterial é o da diástole, quando os ventrículos estão relaxados, a válvula mitral se abre e a válvula aórtica se fecha. Nesse momento a pressão arterial é a pressão diastólica

A inatividade física pode causar hipertensão, pois está relacionada a outros fatores de risco cardiovascular, como a resistência à insulina, a diabetes, a dislipidemia e a obesidade (Ciolac e Guimarães, 2014).

Monteiro et al. (2010) pontuam que a hipertensão e o diabetes melito são problemas de saúde coletiva no Brasil e dão origem a fatores de risco cardiovasculares. Como fator de prevenção, o exercício físico vai além da melhora da condição aeróbica porque diminui a pressão arterial (PA), sendo essa redução mais expressiva em hipertensos. Assim, o treinamento aeróbico é considerado um meio efetivo para melhorar o desempenho físico, além de exercer um papel fundamental na prevenção e tratamento de doenças crônico-degenerativas, especialmente a hipertensão, o diabetes melito, e a obesidade.

Krinski et al. (2006) reforça que o exercício é aceito como agente preventivo e terapêutico no tratamento de doenças cardiovasculares e crônicas. Trata-se de uma importante medida não farmacológica que aumenta o gasto calórico melhorando o transporte e a captação de insulina. Os exercícios aeróbicos e os resistidos aumentam o nível do metabolismo basal/de repouso, que é responsável por 60% a 70% do gasto energético total. Souza (2010) explica que a prática do exercício físico contribui para a hipertrofia das fibras cardíacas, o que melhora a capacidade contrátil do miocárdio, pois torna o coração maior e mais forte, e o órgão, por sua vez, aumenta o volume da ejeção, o que diminui a frequência cardíaca em repouso, um processo que resultará na queda da pressão arterial sistêmica.

Uma característica do diabetes é a contínua produção de insulina pelo pâncreas, em volume além daquele que as células conseguem absorver, dessa forma surge a resistência insulínica, que é quando as células não conseguem metabolizar a glicose da corrente sanguínea. Desta maneira, a melhor forma de tratar a diabetes é o controle do nível de açúcar no sangue. O tratamento pode ser farmacológico ou não. É amplamente recomendado que sejam utilizadas as medidas não farmacológicas, uma vez que a prática

regular e atividade física é eficaz no controle da diabetes. Praticar exercícios de intensidade moderada faz com que o organismo fique mais sensível à insulina e tenha mais tolerância à glicose, diminuindo a glicemia sanguínea (KRINSKI et al., 2006).

Souza (2010) ressalta a importância da reposição de carboidratos no portador de diabetes ao optar pela prática do exercício físico. Segundo a autora, antes de fazer o exercício é essencial fazer uma avaliação da glicemia sanguínea, medida preventiva para que não ocorra hipoglicemia e haja complicações irreversíveis.

4 ÓXIDO NÍTRICO E EXERCÍCIO FÍSICO

O óxido nítrico (NO), é uma molécula pequena e simples, produzida de forma endógena que apresenta efeitos importantes no organismo (Souza Júnior et al. 2013),. Trata-se de um neurotransmissor potente. Flora Filho e Zilberstein (2000) definem o óxido nítrico como substância tóxica a um organismo invasor. Também age na vasodilatação dos brônquios, e do endotélio.

O óxido nítrico (NO) é um gás parcialmente solúvel em água continuamente sintetizado em células humanas como subproduto da conversão do seu precursor fisiológico, o aminoácido L-arginina, em L-citrulina. Essa reação é catalisada por uma das três isoformas de enzimas conhecidas como NO sintase (NOS). Duas das enzimas NOS, especificamente a NOS endotelial (eNOS) e a NOS neuronal (nNOS), são dependentes de cálcio, produzindo níveis relativamente baixos de NO em situação de omeostase. A isoforma NOS induzível (iNOS) é expressa por um período mais longo de tempo após a ativação por vários fatores, incluindo infecções bacterianas ou virais, respostas imunológicas inespecíficas e até o exercício físico intenso. Durante o exercício físico mais moderado a NOS endotelial é ativada produzindo NO continuamente em níveis mais elevados, pelo mecanismo de shear stress. Uma vez sintetizado, o NO se difunde para células vizinhas, onde se liga ao grupo heme da enzima guanilato ciclase ativando-a para gerar Guanosina monofosfato cíclica (CGMP) que irá produzir relaxamento de células musculares do endotélio.

Agricola et al. (2016) explicam que o NO é uma molécula inorgânica, gasosa, de baixo período de meia vida e que possui um elétron desemparelhado em sua última camada, o que a torna iônica muito reativa que se combina facilmente com o ferro e com o oxigênio. É tanto agente oxidante quanto redutor, cuja reação com o oxigênio gera nitratos e nitritos.

Segundo Zago e Zanesco (2006) o óxido nítrico produzido pelas células endoteliais é de grande relevância no controle do tônus muscular vascular, tanto no que diz respeito à resistência periférica vascular quanto na agregação plaquetária, isso porque se trata de um potente vasodilatador com papel importante na regulação da pressão arterial. É importante frisar que o NO inibe a agregação plaquetária, prevenindo doenças atero-trombóticas.

Kroll et al. (2018) pontuam que o NO tem um papel importante no sistema respiratório, dilatando as vias aéreas, além disso, controla a pressão arterial no decorrer da atividade física. Além de atuar no controle da agregação plaquetária, o NO equilibra a relação ventilação-perfusão na circulação pulmonar, é regulador da angiogênese no músculo esquelético e é considerado um sinalizador intracelular do metabolismo oxidativo (FERREIRA et al., 2008).

Molécula importante em diversas funções do organismo humano, o NO se torna tema de pesquisas pela possibilidade de se encontrar formas de potencializar ou otimizar a entrega deste composto ao organismo. Segundo estudos recentes, o NO atua na ativação da biogênese mitocondrial do músculo esquelético, melhorando a respiração do miócito (DYAKOVA, et al. 2015). Interfere diretamente no abastecimento de nutrientes e oxigênio do miócito através da regulação do fluxo sanguíneo (AGRICOLA; GUILLO, 2017), e em estudo mais recente está associado a analgesia em respostas específicas (SILVA SANTOS; GALDINO, 2018). Segundo os autores o NO tem a capacidade de reduzir a atividade nociceptiva.

No campo da atividade física, o NO tem sido considerado um fator de melhora no desempenho atlético desportivo em função do controle da pressão arterial, garantindo aporte sanguíneo e retorno venoso adequado ao atleta.

A resposta na produção de NO do organismo a partir do exercício físico é um fato científico incontestável, na medida em que o aumento do fluxo sanguíneo produz o *shear stress*¹, essencial para a reação de produção do NO endotelial. Contudo a expressão deste composto na saliva ainda é controverso. Algumas pesquisas relatam que o exercício físico não produz variações significativas nas concentrações de NO medido na saliva. Outros estudos relatam variações significativas na concentração de NO medido na saliva. Nestes são relatados aumento na concentração de NO a partir do exercício, corroborando a hipótese de que o exercício, ao potencializar a produção de NO circulante, expressa essa

¹*Shear Stress*: Atrito de cisalhamento. É o atrito exercido pelo movimento do sangue nas paredes dos vasos sanguíneos.

produção também na saliva (AGRICOLA; GUILLO, 2017). Dados de pesquisa têm sugerido que o NO se expressa na saliva, em maiores ou menores quantidades, dependendo do tipo e características do esforço realizado (AGRICOLA; GUILLO, 2017).

5 METODOLOGIA

Este estudo se caracteriza como: quantitativo, descritivo e experimental em que foi utilizado protocolo específico de experimental, sem, no entanto, a separação e comparação de grupos. Assim o estudo se caracteriza como transversal e descritivo. Quanto à característica experimental da pesquisa, pode ser assim definida por ter um objeto de pesquisa e um protocolo experimental ao qual todos os voluntários da pesquisa foram submetidos

Este trabalho é parte do projeto de pesquisa “**Estudo do óxido nítrico endotelial, por meio da saliva, em praticantes de diferentes modalidades de exercício físico**” que foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da UFG, conforme o parecer 2.012.893.

6 AMOSTRA E COLETA

O delineamento deste estudo consistiu na seleção de 20 voluntários na faixa etária entre 20 e 40 anos de idade; definição do dia e hora a que cada voluntario teria seus dados e amostras coletadas; coleta de dados; registro de resultados de frequência cardíaca, pressão arterial e glicemia; experimento de laboratório para quantificar o nitrito salivar; tabulação e análise de resultados.

Os voluntários foram submetidos individualmente a uma seção de 30 minutos de exercício em bicicleta ergométrica, com intensidade moderada, durante a qual foram monitoradas a frequência cardíaca, a pressão arterial, a glicemia e a concentração de NO na saliva. O período da coleta de dados foi o ano de 2019. Todos os voluntários assinaram o TCLE.

O exercício físico proposto foi realizado na bicicleta ergométrica de forma contínua por um período de 30 minutos com intensidade moderada, por volta de 70% da capacidade máxima de cada voluntario, definida pela frequência cardíaca alvo. A definição da frequência cardíaca alvo se deu a partir do cálculo genérico de 220 menos a idade para se estabelecer a frequência cardíaca máxima de cada voluntário. Da frequência cardíaca máxima foi definida a frequência equivalente a 70% para a realização do exercício como frequência cardíaca alvo. Cada voluntário teve uma frequência cardíaca

alvo diferente, visto que os voluntários tinham entre 22 e 40 anos de idade, homens, praticantes de exercícios regularmente e sem nenhuma enfermidade que pudesse tornar a prática de exercício um risco à saúde.

Para a coleta de saliva os participantes utilizaram kit de coleta após serem orientados para o uso. As amostras de saliva foram acondicionadas e congeladas em *freezer* -20° no Laboratório de Ciências Biomédicas e parasitologia do prédio de Biomedicina e enfermagem da UFJ. Foram mantidas congeladas até a disponibilidade do reagente e dos materiais necessários ao experimento. A dosagem do óxido nítrico se deu pela quantificação do nitrito, devido à estabilidade da molécula, e para isso foi utilizado o reagente de Griess, produzido pela Molecular Probes® (Eugene, EUA), que possibilita a determinação colorimétrica da concentração de nitrito. A densidade óptica (absorbância) foi medida por espectrofotometria, utilizando filtro de 550nm. Os voluntários foram instruídos a não ingerir, na véspera e no dia da coleta, folhas verdes e também carnes processadas e embutidas, devido à ativação de via metabólica específica que aumenta expressivamente a concentração do nitrito na saliva.

Neste experimento foi utilizada microplaca de 96 poços, de fundo chato com capacidade para 300 μ L. Os poços foram preenchidos com 150 μ L de amostra de saliva, 130 μ L de água deionizada e 20 μ L de reagente. Os padrões foram obtidos do nitrito de sódio, disponível no kit de reagentes, diluídos em 5 concentrações diferentes: 150, 100, 50, 10 e 5 μ M, e por último água pura. Os padrões foram utilizados para obtenção da curva padrão e foram feitos em triplicatas.

A leitura das placas forneceu valores de absorbância que foram aplicados à equação de regressão linear da curva padrão para obtenção de valores de concentração de nitritos.

A glicemia foi mensurada utilizando aparelho glicosímetro Accu-Check Inform - Roche Diagnostics (Mannheim, Germany), que forneceu leitura em tempo real de glicemia capilar. Neste método é necessário posicionar a fita de mensuração no aparelho, fazer assepsia do dedo a ser perfurado, utilizar a lanceta para a obtenção de uma gota de sangue que foi colocada na fita de mensuração do glicosímetro. Após, o dedo foi limpo com algodão seco e a lanceta descartada em local apropriado. A leitura da glicemia foi registrada. A lanceta utilizada era da marca Descarpac 28g.

O monitoramento da pressão arterial foi feito por aparelho monitor de pressão arterial automático Omron HEM-720 (Kyoto, Japão). O aparelho foi posicionado no

braço esquerdo do voluntário e ativado a cada 15 minutos no decorrer do exercício e após. As medidas foram registradas.

O monitoramento da frequência cardíaca foi feito por aparelho frequencímetro marca Polar® (Kempele, Finlândia), posicionado no pulso do voluntário o monitor de frequência e no tórax o sensor de frequência. A leitura do monitor foi feita a cada 10 minutos, iniciando antes do exercício e concluindo 30 minutos após o término do exercício.

A intensidade do exercício na bicicleta ergométrica foi de esforço contínuo e moderado. Toda a coleta de dados foi feita no Núcleo de Práticas Corporais NPC no campus Jatobá da Universidade Federal de Jataí, que conta com equipamentos especializados para a prática de exercício físico, inclusive bicicletas ergométricas de diferentes especificações.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do experimento, foram obtidos os seguintes resultados expressos em média mais ou menos desvio padrão:

Quadro 1: resultados do experimento em micromolar (μM) de nitrito, frequência cardíaca em batimentos por Minuto (bpm), glicose em miligramas por decilitro (mg/dL) e pressão arterial em milímetros de mercúrio (mmHG)

Resultados	Antes	depois	15 min depois	30 min depois
Nitrito salivar (μM)	83,49 \pm 11,45	103,94 \pm 8,81	80,01 \pm 11,39	71,19 \pm 10,99
Freq. Cardíaca (bpm)	77 \pm 2,52	97,2 \pm 3,47	86 \pm 3,04	77,5 \pm 3,11
Glicose (mg/dL)	103,73 \pm 4,0	90,46 \pm 2,01	96,80 \pm 2,33	95,26 \pm 2,25
Press. Sistólica (mmHg)	134,13 \pm 2,75	139,53 \pm 3,36	128,13 \pm 2,07	128,86 \pm 2,68
Press. Diastólica (mmHg)	74,66 \pm 2,69	73,2 \pm 2,57	75,06 \pm 1,9	75,06 \pm 1,9

Os resultados foram tabulados e receberam tratamento estatístico (CALLEGARI-JACQUES, 2008). Todos os cinco parâmetros tiveram normalidade testada pelo teste Shapiro Wilk. Nos testes de comparação de medidas repetidas (ANOVA com pos teste Tukey) quase todos os parâmetros apresentaram diferença significativa entre antes e depois do exercício, exceto a pressão diastólica. O nível de significância dos testes foi $\alpha = 0,05$. Não houve diferença significativa na comparação entre os outros momentos

Em geral verifica-se resultados normais para o tipo de grupo de voluntários, adultos que praticam exercícios físicos regularmente e cuja dieta não foi controlada. Cada parâmetro mensurado apresenta um comportamento específico, sendo que, a frequência cardíaca, o nitrito salivar e a pressão sistólica tendem a variar de forma semelhante, enquanto a variação da glicose é semelhante à da pressão diastólica. Vemos que os valores de Nitrito salivar, frequência cardíaca e pressão sistólica aumentaram depois do início do exercício, 15 minutos depois diminuíram e 30 minutos depois estavam com valores menores do que na primeira medição. ´

Já a glicose e a pressão diastólica tiveram uma queda em relação aos primeiros valores, 15 minutos depois aumentaram e depois de mais 15 minutos diminuíram. O menor pico da glicose ocorreu após o início do exercício físico. O valor glicêmico antes da realização do exercício aeróbico estava dentro dos parâmetros considerados normais em indivíduos adultos saudáveis (80 – 110 mg/dL).

Gráfico 1: Frequência Cardíaca

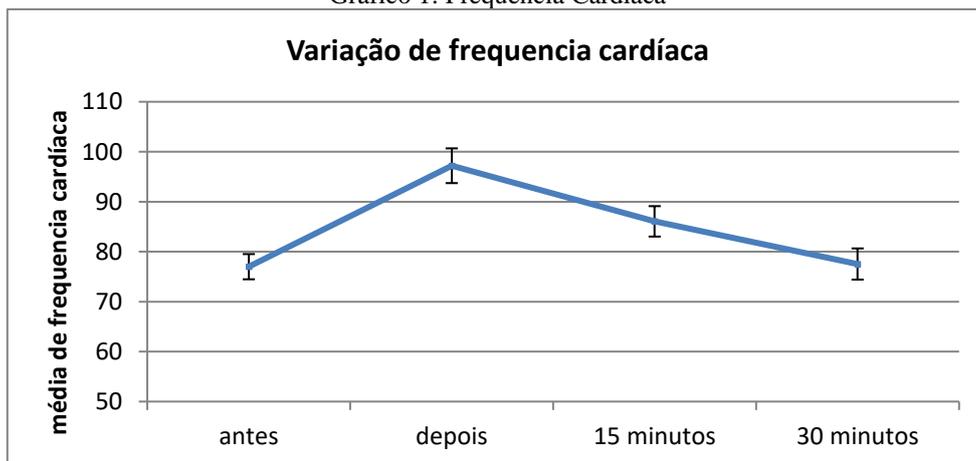
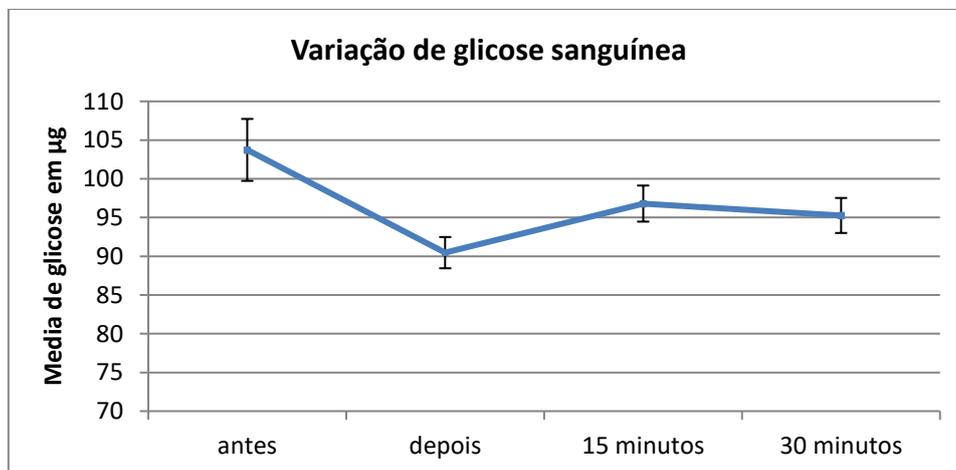


Gráfico 2: Glicose



Como se observa, nos gráficos 1 e 2 a frequência cardíaca e a glicose sanguínea tem comportamento inverso. Como esperado, a frequência cardíaca tem aumento significativo em relação ao estado de repouso antes do exercício. 15 minutos depois de encerrado o exercício a frequência cardíaca cai bastante e continua caindo até 30 minutos depois do término do exercício até valores bem próximos ao inicial. Por outro lado a glicose varia de forma inversa, iniciando com valores elevados, no término do exercício os valores estão bem baixos. No entanto 15 minutos depois a glicose se eleva e 30 minutos depois mantém certa estabilidade, com valores abaixo do inicial.

Os gráficos 3 e 4 se referem à pressão arterial, o gráfico 3 pressão sistólica e o gráfico 4 pressão diastólica. Como se observa, a pressão sistólica se comporta de forma inversa à pressão diastólica. Esse comportamento é esperado durante o esforço físico, na medida em que aumenta a frequência das contrações cardíacas, também aumenta a intensidade de cada contração ventricular. Por isso a pressão sistólica é aumentada durante o exercício. A pressão diastólica se comporta de forma inversa devido ao fato de que o fluxo sanguíneo é aumentado e por isso os sistemas de controle tendem a baixar a resistência do endotélio neste momento a fim de permitir a passagem de maior fluxo sanguíneo durante o exercício.

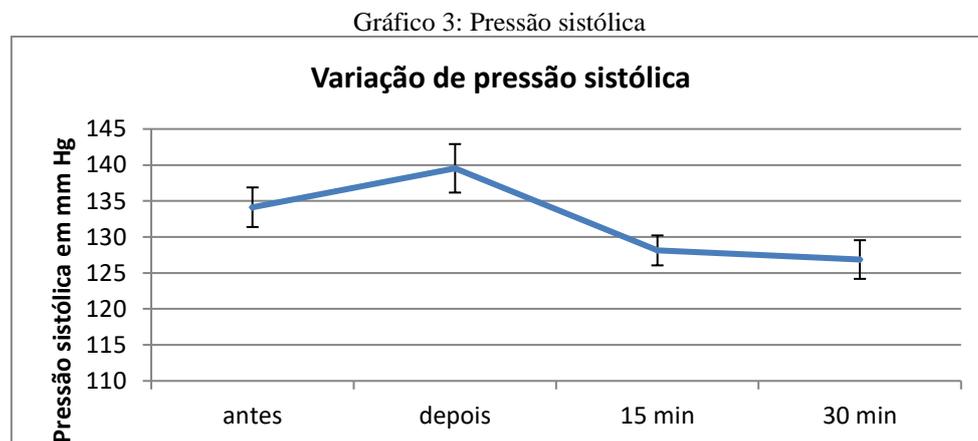
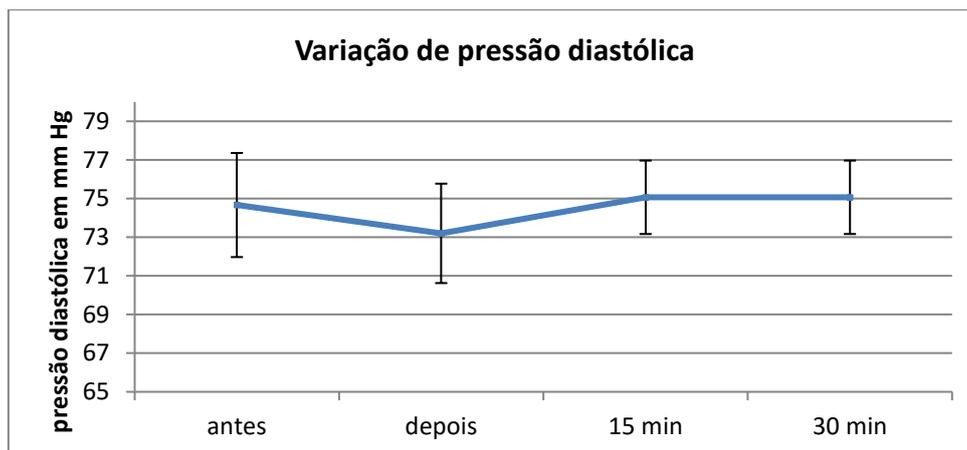
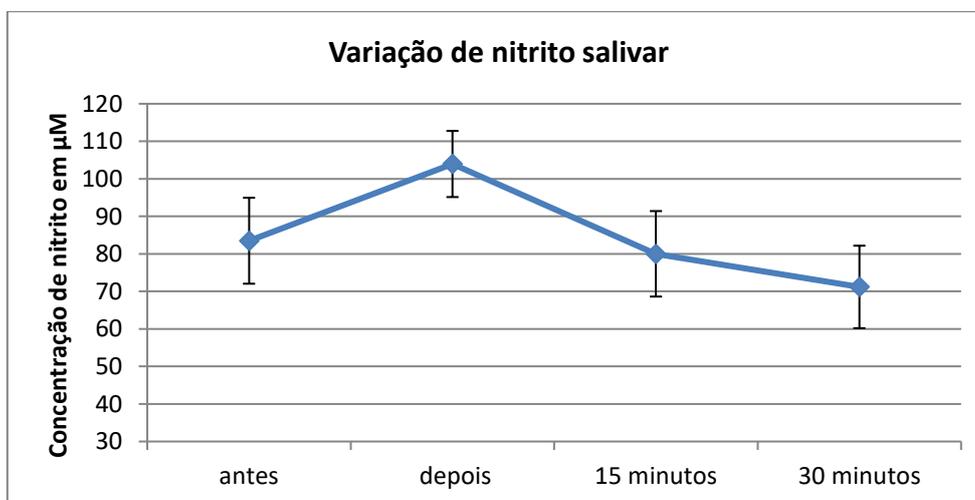


Gráfico 4: Pressão diastólica



A observação importante nesses resultados é que após o exercício se verifica uma diminuição da pressão sistólica abaixo do valor inicial. E essa diminuição sugere ser duradoura, conforme o Gráfico 3. A pressão diastólica sofre o efeito de queda durante o exercício, entretanto, 15 e 30 minutos após o término do exercício retorna a valores próximos aos iniciais. Contudo, como se observa no gráfico 4 que exibe o comportamento médio desse parâmetro, o desvio padrão mais elevado demonstra que esse comportamento não é homogêneo no grupo de voluntários. Esse desvio padrão elevado sugere que alguns voluntários tiveram a pressão diastólica com comportamento diverso do gráfico. Embora a linha de tendência seja representativa da média, o desvio padrão pode representar comportamento adverso.

Gráfico 5: óxido nítrico salivar



O comportamento das concentrações de óxido nítrico segue o esperado, valores iniciais baixos, elevação durante o exercício e queda dos valores nas medições após. Como a dieta não foi controlada os valores iniciais não foram baixos, expressando o que possivelmente foi ingerido antes do exercício. Outros estudos já demonstraram que o aumento nos níveis de óxido nítrico se expressam na saliva durante e após o exercício. Esse aumento, no entanto, não se mantém duradouro após o término do esforço, caindo a níveis até abaixo do inicial após 30 minutos do exercício.

Embora alguns parâmetros acompanhem a variação de outros parâmetros, não se pode identificar uma relação causal entre tais parâmetros. A frequência cardíaca, o óxido nítrico salivar e a pressão sistólica desenham gráficos semelhantes, assim como a glicose e a pressão diastólica. Contudo, essa semelhança não pode ser identificada como causa e efeito, ou como se a variação de um desses parâmetros esteja causando a variação do outro. Os dados sugerem que os efeitos sejam independentes e autônomos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exercício físico moderado produz resposta nos níveis de óxido nítrico e se expressa na saliva, contudo, não apresenta efeito duradouro, retornando a valores iniciais logo após o fim do esforço realizado. Outros estudos tem demonstrado que exercícios mais intensos produzem elevação e efeito duradouro nos níveis de NO. Nesse estudo foi assegurado o padrão de intensidade de 70 % da capacidade máxima de esforço para todos os voluntários e os resultados foram bem homogêneos, com desvio padrão baixo no cálculo das médias.

O que se conclui do conjunto de dados é que alguns parâmetros variam de forma semelhante a outros e de forma bem geral o exercício físico moderado produz uma clara alteração no estado de homeostase e após certo tempo a homeostase é reestabelecida. Esse processo produz adaptações no organismo que caracterizam a manutenção da saúde. Como o grupo estudado era de indivíduos fisicamente ativos, os resultados não foram diferentes do esperado e expressam efeitos fisiológicos e adaptativos próprios do exercício físico.

REFERENCIAS

AGRICOLA, N.P.A. **Parâmetros hematológicos e concentração de óxido nítrico salivar em atletas de JiuJitsu**: um estudo observacional. Goiânia: UFG, 2016. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Goiás, 2016

AGRICOLA, N. P.; GUILLO, L. A.; SILVA, R. A. O. Óxido nítrico e exercício físico: potencialidades para a pesquisa em saúde. **Ciência em Movimento, Biociências e Saúde**, v. 19, n. 39, 2017.

AGRICOLA, N. P. A. ; DOS SANTOS, N. Óxido nítrico endotelial, através da saliva, em praticantes de hidroginástica, pilates e treinamento funcional (Crossfit): um estudo comparativo. **Braz. J. of Develop.** Curitiba, v. 5, n. 11, p.29033-29040 nov. 2019.

AGRICOLA, N.P.A. ; GUILLO, L.A. Endothelial nitric oxide concentrations in the saliva of jiu-jitsu athletes. **Rev Bras Med Esporte** – Vol. 26, No 4 – Jul/Ago, 2020.

CALLEGARI – JACQUES, S.M. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2008.

CIOLAC, E. C.; GUIMARÃES, G. V. Exercício físico e síndrome metabólica. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 10, n. 4, Jul./Ago., 2014, p. 319 – 324.

DYAKOVA, E.Y.; KAPILEVICH, L.V.; SHYLKO, V.G.; POPOV, S.V.; ANFINOGENOVA, Y. Physical exercise associated with NO production: signaling pathways and significance in health and disease. **Frontiers in Cell and Developmental Biology**. Volume 3, Article 19, April, 2015.

FERREIRA, J. S.; DIETRICH, S. H. C., PEDRO, D. A. Influência da prática de atividade física sobre usuários do SUS. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 106, Jul./Set., 2015, p. 792 – 801.

FERREIRA, S. A.; GOMES, R. P. M.; FONSECA, A. F. A.; NAVARRO, A. C. Atuações do óxido nítrico e da suplementação de L-Arginina nas respostas hemodinâmicas do organismo diante da prática de exercício físico. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 2, n. 11, Set./Out, 2008, p. 364 – 373.

FLORA FILHO, R.; ZILBERSTEIN, B. Óxido nítrico: o simples mensageiro percorrendo a complexidade. Metabolismo, síntese e funções. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 46, n. 3, p. 265-271, jul./set. 2000.

GUEDES, D. P.; LEGNANI, E. Motivos para a prática de exercício físico em universitários e fatores associados. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esporte**, São Paulo, p.679-689, 10 out. 2012.

KAMADA, Márcio; CLEMENTE, J. S.; MONTEIRO, A. F. F.; BARROS, L. V. G.; HELENE, A. H. E.; MORATO, D. M. Correlação entre exercício físico e qualidade de

vida em pacientes com doença de Alzheimer. **Revista Soc. Bras. Clin. Med.**, v. 16, n. 2, Abr./Jun., 2018, p. 119 – 122.

KRINSKI, K.; ELSANGEDY, H. M.; GORLA, J. G.; CALEGARI, D. R. Efeitos do exercício físico e indivíduos portadores de diabetes e hipertensão arterial. **Revista Digital**, Buenos Aires, a.10, n. 93, Fev., 2006, p. 1 – 11.

KROLL, J. L.; WERCHAN, C. A.; ROSENFELD, D.; RITZ, T. Acute ingestion of beetroot juice increases exhaled nitric oxide in healthy individuals. **Forschungszentrum Borstel Leibniz-zentrum Fur Medizin Und Biowissenschaften, Germany**, Alemanha, p.1-11, 25 jan. 2018

MONTEIRO, L. Z.; FIANI, C. R. V.; FREITAS, M. C. F.; ZANETTI, M. L., FOSS, M. C. **Redução da Pressão Arterial, da IMC e da Glicose após Treinamento Aeróbico em Idosas com Diabete Tipo 2**. Sociedade Brasileira de Cardiologia.

MONTEIRO, M. F.; SOBRAL FILHO, D. C. Exercício físico e o controle da pressão arterial. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 10, n. 6, Nov./Dez., 2004, p. 513 – 516.

NOGUEIRA, I.C. et al. Efeitos do exercício físico no controle da hipertensão arterial em idosos: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. v. 15, n. 3, p. 587-601, 2012.

PEREZ, A. J.; DIAS, K. D.; CARLETTI, L. Controle da intensidade do exercício aeróbio pela palpação da artéria radial. **Rev. Bras. Cineatropom. Desempenho Humano**, v. 12, n. 3, 2010, p. 186 – 194.

POLISSENI, M. L. C.; RIBEIRO, L. C. Exercício físico como fator de proteção para a saúde em servidores públicos. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 20, n. 5, Set./Out., 2014, p. 340 – 344.

SILVA, R. M.; MENDES, D. F.; SOUZA, F. L. D.; MORAIS, C. F. C.; AMARO, D. A.; SILVA, L. A. M. Benefícios da prática de exercícios físicos à saúde na percepção de praticantes de futebol. **Revista Saúde e Educação**, Coromandel, v. 2, n. 2, Jul./Dez., 2017, p. 49 – 69.

SILVA, S. G.; LOPES, D. T.; RABAY, A. A. N.; SANTOS, R. M. L.; MOURA, S. K. M. S. F. Os benefícios da atividade física para pessoas com autismo. **Revista Diálogos em Saúde**, v. 1, n. 1, Jan./Jun., 2018, p. 127 – 145.

SILVA SANTOS, R.; GALDINO, G. Endogenous systems involved in exercise-induced analgesia. *Journal OF physiology AND pharmacology* 2018, 69, 1, 3-13.

SOUZA, Débora Barbosa de. **Efeitos do exercício físico no indivíduo com Diabetes Mellitus**. JACOBINA: UNEB, 2011. TCC – Departamento de Ciência Humana Campus IV, Curso de Licenciatura Plena em Educação Física, Universidade do Estado da Bahia, 2015.

SOUZA JUNIOR, T.P. et al. Óxido Nítrico e exercício: uma revisão. **Revista da Educação Física**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 469-481, nov./dez. 2013.

VINHAL, Marcos. Exercícios físicos aeróbicos x indivíduos hipertensos. **Revista Gor.**, Junho, 2008.

WINTER, M.; DICKEL, D., KURANTH, C. A.; ROSA, L. D. R.; SEHNEM, E.; DIAS, C. P.; TIGGEMANN, C. L. Comparação da resposta da frequência cardíaca em exercício aeróbico por meio de três métodos de avaliação. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 6, n. 3, 2014.

ZAGO, A. S. Exercício físico e o processo saúde-doença no envelhecimento. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, p.153-158, 13 jan. 2010.

ZAGO, A.S.; ZANESCO, A. Óxido nítrico, doenças cardiovasculares e exercício físico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v.87, p. e264-e270, 2006.