

A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica

Nayara Araújo Cardoso
Renan Rhonalty Rocha
Maria Vitória Laurindo
(Organizadores)

 **Atena**
Editora
Ano 2019

Nayara Araújo Cardoso
Renan Rhonalty Rocha
Maria Vitória Laurindo
(Organizadores)

A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P964	A produção do conhecimento na engenharia biomédica [recurso eletrônico] / Organizadores Nayara Araújo Cardoso, Renan Rhonalty Rocha, Maria Vitória Laurindo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-382-8 DOI 10.22533/at.ed.828190106 1. Biomedicina – Pesquisa – Brasil. 2. Robótica. I. Cardoso, Nayara Araújo. II. Rocha, Renan Rhonalty. III. Laurindo, Maria Vitória. CDD 610
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica” consiste em um livro de publicação da Atena Editora, com 21 capítulos em volume único, nos quais apresentam estratégias para as técnicas e tecnologias na produção de trabalho em saúde.

As Tecnologias em Saúde é um processo abrangente, por meio do qual são avaliados os impactos clínicos, sociais e econômicos das tecnologias em saúde, levando-se em consideração aspectos como eficácia, efetividade, segurança, custos, custo-efetividade, entre outros, a mesma deve ser compreendida como conjunto de ferramentas, entre elas as ações de trabalho, que põem em movimento uma ação transformadora da natureza. Desse modo, além dos equipamentos, devem ser incluídos os conhecimentos e ações necessárias para operá-los: o saber e seus procedimentos.

Entretanto, o sentido contemporâneo de tecnologia, portanto, diz respeito aos recursos materiais e imateriais dos atos técnicos e dos processos de trabalho, sem, contudo, fundir estas duas dimensões. Além disso, dado o grande desenvolvimento do saber técnico-científico dos dias atuais, este componente saber da tecnologia ganha qualidade estatuto social adicionais. Assim, novas tecnologias são lançadas no mercado todos os dias e com isso as demandas pela incorporação pelo sistema de saúde geradas pelas indústrias, pacientes e profissionais de saúde, têm crescido e continuará crescendo.

Com o intuito de colaborar com os dados já existentes na literatura, este volume traz atualizações sobre novas tecnologias que implementam melhores estratégias terapêuticas, que podem inovar o tratamento dos pacientes de um modo mais prático e resolutivo, assim esta obra é dedicada tanto à população de forma geral, quanto aos profissionais e estudantes da área da saúde. Dessa forma, os artigos apresentados neste volume abordam: aplicabilidade da robótica em terapia para reabilitação de pacientes com perdas de membros; jogo educativo para avaliação cognitivo-motor de deficientes intelectuais, avaliação da resposta da frequência cardíaca de adultos durante teste cardiopulmonar; tecnologias aplicadas à oftálmica como forma de melhorar a qualidade de vida; exposição à radiação ionizante em cirurgias ortopédicas; considerações sobre o espectro luminoso da descarga eletrocirúrgica; desenvolvimento de hidrogéis de quitosana associados a Ibuprofeno para liberação controlada; sistema de identificação de alimentos baseado em imagens de porções alimentares; a hemólise como fator interferente em parâmetros bioquímicos; planejamento em área estética de implante instalado tardiamente pós exodontia - relato de caso clínico e epidemiologia do Alzheimer.

Sendo assim, almejamos que este livro possa colaborar com informações relevantes aos estudantes e profissionais de saúde sobre diferentes tecnologias e técnicas aplicada à saúde, que podem ser usadas para aprimorar a prática profissional, e também para a população de forma geral, apresentando informações atuais sobre

técnicas e tecnologias aplicadas á saúde.

Nayara Araújo Cardoso

Renan Rhonalty Rocha

Maria Vitória Laurindo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1 **APLICABILIDADE DA TERAPIA ROBÓTICA NA REABILITAÇÃO EM PÓS-OPERATÓRIO DE ESOFAGECTOMIA**

Daniela Santana Polati da Silveira
Jéssica Peixoto de Araújo
Maria Lúcia Pedroso Lourenço
Pedro Melhado Trovo
Renata Carvalho Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.8281901061

CAPÍTULO 2 5 **ADAPTAÇÃO DE UM PROJETO DE ROBÔ HUMANOIDE IMPRESSO EM 3D EM UMA PRÓTESE SENSORIAL DE MEMBRO SUPERIOR**

Gustavo Pasqua de Oliveira Celani
Roberto Luiz Assad Pinheiro
Mariana Brandão Silvério
Rani Sousa Alves
Elisa Rennó Carneiro Dester
Fabiano Valias de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.8281901062

CAPÍTULO 3 14 **MAO3D - PROTETIZAÇÃO E REABILITAÇÃO DE MEMBRO SUPERIOR ADULTO COM A TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D**

Maria Elizete Kunkel
Patrícia Bettiol Abe
Marcelo Pasqua
Israel Toledo Gonçalves
Lucas de Macedo Pinheiro
Sandra Maria Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.8281901063

CAPÍTULO 4 30 **SISTEMA COMPUTADORIZADO PARA APRESENTAR AS VARIAÇÕES NO CENTRO DE MASSA NO DISCO PROPRIOCEPTIVO DE FREEMAN**

André Roberto Fernandes da Silva
Antônio Vinícius de Moraes
Leandro Lazzareschi
Silvia Regina Matos da Silva Boschi
Terigi Augusto Scardovelli
Alessandro Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8281901064

CAPÍTULO 5 40 **ESPECTROSCOPIA RAMAN APLICADA NA OBSERVAÇÃO DE PRINCÍPIO ATIVO DE REPELENTE DE INSETOS NA PELE**

Michele Marin da Costa
Landulfo Silveira Jr.
Renato Amaro Zângaro
Marcos Tadeu Tavares Pacheco
João Dias da Costa

DOI 10.22533/at.ed.8281901065

CAPÍTULO 6	54
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO COGNITIVO-MOTOR DE DEFICIENTES INTELLECTUAIS COM JOGO EDUCATIVO	
Letícia Gonçalves Segatto Mariana Cardoso Melo	
DOI 10.22533/at.ed.8281901066	
CAPÍTULO 7	68
UM NOVO ALGORITMO DE EVOLUÇÃO DIFERENCIAL BASEADO EM SIMULATED ANNEALING PARA RECONSTRUÇÃO DE IMAGENS DE TOMOGRAFIA POR IMPEDÂNCIA ELÉTRICA	
Reiga Ramalho Ribeiro Priscila Dias Mendonça	
DOI 10.22533/at.ed.8281901067	
CAPÍTULO 8	79
SISTEMA BASEADO NA WEB DE ESPECIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS APLICADO EM RAIOS-X	
Walter Lima Ramirez Filho Lourdes Mattos Brasil	
DOI 10.22533/at.ed.8281901068	
CAPÍTULO 9	87
A NEW MEASURE TO EVALUATE SUBTHRESHOLD RESONANCE IN NEURONS	
Rodrigo Felipe de Oliveira Pena Vinicius Lima Cordeiro Cesar Augusto Celis Ceballos Renan Oliveira Shimoura Antônio Carlos Roque da Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.8281901069	
CAPÍTULO 10	94
REPEATABILITY OF GAIT RANGES OF MOTION IN THE PRESENCE OF STROKE	
Vanessa Lucas dos Santos Gisele Francini Devetak Elisangela Ferretti Manffra	
DOI 10.22533/at.ed.82819010610	
CAPÍTULO 11	107
AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE ADULTOS DURANTE TESTE CARDIOPULMONAR	
Elisângela de Andrade Aoyama Vera Regina Fernandes da Silva Paz Marília Miranda Forte Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.82819010611	
CAPÍTULO 12	113
ASSISTIVE TECHNOLOGY OF OPHTHALMIC MEMBRANE OCCLUSIVE FROM NATURAL LATEX	
Jaqueline Alves Ribeiro Suéilia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.82819010612	

CAPÍTULO 13	121
VALORES DE EXTINÇÃO TOPOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE QUALIDADE DE IMAGENS DE FUNDO DE OLHO	
Alexandre Gonçalves Silva Marina Silva Fouto Angélica Moises Arthur Rangel Arthur	
DOI 10.22533/at.ed.82819010613	
CAPÍTULO 14	131
EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO IONIZANTE EM CIRURGIAS ORTOPÉDICAS	
Celso Júnio Aguiar Mendonça Frieda Saicla Barros Bertoldo Schneider Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.82819010614	
CAPÍTULO 15	141
CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESPECTRO LUMINOSO DA DESCARGA ELETROCIRÚRGICA	
Elton Dias Junior Evaldo Ribeiro Bertoldo Schneider Junior	
DOI 10.22533/at.ed.82819010615	
CAPÍTULO 16	149
DESENVOLVIMENTO DE HIDROGÉIS DE QUITOSANA ASSOCIADOS A IBUPROFENO PARA LIBERAÇÃO CONTROLADA	
Amanda de Castro Juraski Sônia Maria Malmonge Nasser Ali Daghasanli Juliana Kelmy Macário Barboza Daguano	
DOI 10.22533/at.ed.82819010616	
CAPÍTULO 17	159
SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS BASEADO EM IMAGENS DE PORÇÕES ALIMENTARES	
Yuri Malinowsky Shiga Kristy Soraya Coelho Joao da Silva Dias Giselle Lopes Ferrari Ronque	
DOI 10.22533/at.ed.82819010617	
CAPÍTULO 18	169
A HEMÓLISE COMO FATOR INTERFERENTE EM PARÂMETROS BIOQUÍMICOS	
Luma Carolina Santos da Silva Graziéli Ferreira Carmargo Camilla Lazzaretti	
DOI 10.22533/at.ed.82819010618	

CAPÍTULO 19	177
DOENÇA DE ALZHEIMER: ESTIMATIVAS EM USUÁRIOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE OSÓRIO/RS	
Cristiano Serrano Tubelo Filho	
Gabriel Corteze Netto	
Camilla Lazzaretti	
DOI 10.22533/at.ed.82819010619	
CAPÍTULO 20	187
UPPER LIMB EXOSKELETON BY PNEUMATIC MUSCLES	
Filipe Loyola Lopes	
Larissa Guimarães Veríssimo	
Elton Silva de Moraes	
Raphael Sander de Souza Pereira	
Rani de Souza Alves	
DOI 10.22533/at.ed.82819010620	
CAPÍTULO 21	190
PLANEJAMENTO EM ÁREA ESTÉTICA DE IMPLANTE INSTALADO TARDIAMENTE PÓS EXODONTIA – RELATO DE CASO CLINICO	
Edith Umasi Ramos	
Luan Pier Benetti	
Luiz Gustavo Cavalcanti Bastos	
André Carlos de Freitas	
Tainara Tejada Camacho	
Ana Paula farnezi Bassi	
DOI 10.22533/at.ed.82819010621	
SOBRE OS ORGANIZADORES	203

AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE ADULTOS DURANTE TESTE CARDIOPULMONAR

Elisângela de Andrade Aoyama

Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

Vera Regina Fernandes da Silva Paz

Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

Marília Miranda Forte Gomes

Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

RESUMO: A resposta da frequência cardíaca é considerada o melhor parâmetro para monitorar a intensidade do trabalho do coração, tornando-se ferramenta indispensável na prescrição individualizada do exercício físico e para a clínica, com intuito de elucidar as causas e os riscos de morbimortalidade desencadeados por sua oscilação caracterizada por arritmias fatais. O teste de exercício máximo ou teste ergométrico é utilizado para avaliar possíveis alterações cardiovasculares e identificar vários marcadores metabólicos. Este teste associado a um ergoespirômetro permite coletar e analisar os gases inspirados e expirados e obter importantes marcadores metabólicos como o limiar anaeróbio e o ponto de compensação ventilatória. Estes limiares podem ser identificados também por meio da análise da resposta da frequência cardíaca durante o exercício físico, tornando-se um método mais prático e menos dispendioso comparativamente a ergoespirometria. Este trabalho apresenta como objetivos identificar mudanças na curva

de resposta da frequência cardíaca de adultos, durante teste cardiopulmonar e identificar o limiar anaeróbio e o ponto de compensação ventilatória, empregando ferramenta estatística. Os dados para análise foram obtidos por meio da aplicação do teste cardiopulmonar, realizado em dois homens, na faixa etária entre 40 e 60 anos. Primeiramente estes voluntários foram submetidos a uma avaliação e anamnese, para estimar a função cognitiva, risco para queda, capacidade física e funcional, os níveis de atividade física e grau de dependência. Os dados resultantes da aplicação dos testes serão compilados e analisados utilizando modelagem estatística, para a verificação de curva de frequência cardíaca em adultos durante teste cardiopulmonar.

PALAVRAS-CHAVE: Exercício Físico, Frequência Cardíaca, Limiar Anaeróbio, Teste de esforço.

ABSTRACT: The heart rate response is considered the best parameter to monitor the intensity of work of heart, becoming indispensable tool in individualized prescription of physical exercise and the clinic, in order to elucidate the causes and risks of morbidity and mortality triggered by its oscillation characterized in fatal arrhythmias. The maximal exercise test or treadmill test is used to evaluate cardiovascular abnormalities and identify

various metabolic markers. This test associated with aergspirometer lets you collect and analyze the inspired and expired gases and obtain important metabolic markers such as anaerobic threshold and the respiratory compensation point. These thresholds may also be identified through the analysis of heart rate response during exercise, making it a more practical and less expensive method compared to spirometry. This work has the objective to identify changes in the response curve of heart rate in adults during cardiopulmonary exercise testing and identify the anaerobic threshold and the respiratory compensation point, using statistical tool. The data for analysis were obtained through the application of cardiopulmonary exercise testing, carried out in two men, aged between 40 and 60 years. First these volunteers were submitted to an evaluation and history to estimate the cognitive function, risk to fall, physical and functional capacity, physical activity levels and degree of dependency. Data from tests of the application will be compiled and analyzed using statistical modeling for checking heart rate curve in adults during cardiopulmonary exercise testing.

KEYWORDS: Physical Exercise, Heart Rate, Anaerobic Threshold, Stress Test.

INTRODUÇÃO

As necessidades corporais são reguladas pelos neurônios do centro vasomotor, adaptados por atividade dos neurônios do simpático, assim, se a pressão arterial aumenta, receptores específicos (barorreceptores) enviam sinais ao centro cardiorregulador e ao vasomotor. A pressão nas artérias depende de parâmetros físicos, distensibilidade, resistência ao fluxo por parte dos vasos, viscosidade do sangue e ejeção da frequência cardíaca, e cada uma destas variáveis serão diretamente influenciadas pelo sistema nervoso autônomo (SNA) [1].

A frequência cardíaca (FC) é caracterizada pelo número de vezes que o coração contrai e relaxa, ou seja, os batimentos por minuto. Reconhecidamente é o melhor parâmetro de monitoramento da atividade física, para determinar o limiar anaeróbio [2]. A FC é uma informação importante sobre o estado de saúde de uma pessoa e um excelente indicador sobre o nível de intensidade de trabalho do coração, principalmente para avaliar diferentes variáveis fisiológicas. O músculo cardíaco responde às necessidades de oxigênio e fluxo sanguíneo do organismo, em diferentes momentos [3].

Ao iniciar o exercício físico a FC aumenta de acordo a intensidade do exercício e a capacidade física atual do indivíduo. Há correlação direta entre a frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) e o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2máx}$) durante o exercício, tanto para a população em geral, quanto para esportista [3]. Muitos fatores afetam a FC durante o exercício, sendo os principais: temperatura, umidade, horário, posição, ingestão de alimentos e uso de medicamentos. Aplicando-se modelos estatísticos tanto aos dados da produção de dióxido de carbono ($\dot{V}O_2$), quanto aos dados da FC, é possível configurar importantes estratégias de avaliação e capacidade funcional.

Quando se pedala ou anda a pé o corpo promove movimentos complexos e

afetam todos os sistemas do organismo. Enquanto se faz exercício várias vezes semanalmente o corpo adapta-se, fazendo de forma mais eficiente. Durante a prática de exercício o coração pode atingir 150 batimentos por minuto (bpm) ou mais, duplicando o valor habitual em repouso, para a maioria das pessoas situa-se em torno de 60 a 80 bpm. Este aumento permite ao coração bombear até 20 litros de sangue por minuto, quadruplicando o habitual em repouso [4].

Omecanismo que gera energia durante o exercício físico provém da complexa e sofisticada integração entre os sistemas cardiovascular, respiratório e muscular [5]. O limiar de anaerobiose ou limiar anaeróbio (LAN) é considerado um importante marcador metabólico e é um índice para mensurar o desempenho aeróbio durante o exercício físico. Em teste cardiopulmonar (TCP) é possível analisar as respostas ventilatórias e metabólicas sendo refletidas, mesmo com atraso, na respiração celular dos músculos periféricos. Existem vários fatores de risco cardiovascular e utilizar a FC como valiosa ferramenta possibilita ampliar perspectivas para a aplicação clínica. Diversos estudos apresentam a modificação da FC durante exercício físico e a alteração do balanço simpático-vagal cardíaco [1].

A prática da atividade física regular e sistematizada influencia no desempenho funcional, preservando a independência e autonomia das pessoas. As tecnologias em saúde incluem os equipamentos, medicamentos, procedimentos e sistemas organizacionais e de suporte, com intuito de promover os cuidados com a saúde [6]. Primariamente a tecnologia biomédica, avaliada de senso comum, oferece tecnologia aos equipamentos e medicamentos, interagindo diretamente com os pacientes [7].

Para determinar o LAN utiliza-se o método ventilatório, de caráter não invasivo e consideravelmente prático, mas que infelizmente possui acesso restrito, por envolver equipamentos caros, ainda que seja em laboratórios específicos, como o de fisiologia do esforço [1]. Para o desenvolvimento de novos aparelhos criados por engenheiros biomédicos os dados da pesquisa iniciam uma discussão sobre as possibilidades de aprimoramento, já que muitas vezes as análises dessa variável, frequência cardíaca, na identificação do limiar de anaerobiose e do ponto de compensação ventilatória são feitas visualmente. Agregada ao estudo estatístico essa inovação tecnológica possibilitará encontrar pontos de mudança na curva da FC (intervalos RR) correspondente ao LAN do indivíduo e ao ponto de compensação ventilatória, ferramenta importante para a prescrição adequada de exercício físico.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no laboratório de Biofísica e de Fisiologia do Exercício da Universidade de Brasília (UnB) – Faculdade de Ceilândia (FCE), em laboratório climatizado artificialmente, para controle da temperatura e umidade.

Repassadas orientações sobre a participação no estudo, aos dois voluntários, com

idades entre 40 e 60 anos, de não ingerir bebidas alcoólicas, café e/ou outras bebidas estimulantes, não praticar atividade física 24 horas antes do teste ergoespirométrico e tão pouco realizarem o teste em jejum, estes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Parecer nº 1.166.770).

Previamente foram apresentadas todas as informações relativas ao teste e orientações para que os voluntários respirassem espontaneamente e não conversassem durante o teste cardiopulmonar. Os voluntários foram treinados por 14 minutos, em média, e utilizaram a Escala de Borg como indicador de sua percepção de esforço físico. Os critérios de exclusão para participar da pesquisa: alterações metabólicas associadas, *déficit* de equilíbrio, etilistas, fumantes, instabilidade da marcha, problema musculoesquelético que inviabilize praticar exercício físico, uso de medicamento betabloqueador, por interferir nas variáveis.

A primeira etapa foi constituída por uma avaliação e anamnese, a qual os voluntários foram submetidos à aferição da FC, da pressão arterial (PA) em repouso, das medidas da massa corporal e estatura, do cálculo do índice de massa corpórea (IMC) e ainda dos seguintes instrumentos: Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), Escala de Borg, Mini Exame do Estado Mental (MEEM), *Timed Up and Go (TUG)*.

Na segunda etapa foi realizado um eletrocardiograma (ECG) e um teste cardiopulmonar (*Vmax Care Fusion*) utilizando bicicleta ergométrica para registro da variabilidade da frequência cardíaca (intervalos RR) durante o exercício físico.

Os métodos de análise da frequência cardíaca podem ocorrer nos domínios do tempo, da frequência e ainda com aplicação de modelos estatísticos que podem descrever o comportamento da frequência cardíaca ao longo do tempo e do exercício realizado [1,5]. Baseado em cálculos estatísticos simples é possível analisar o comportamento da FC ou dos intervalos RR, utilizando índices temporais estatísticos paramétricos e não paramétricos, empregando média, mediana, desvio padrão, quartis e diferença entre os intervalos RR máximo e RR mínimo e ainda modelos estatísticos. O estudo do padrão de resposta da frequência cardíaca pode trazer informações fisiológicas e metabólicas relevantes do indivíduo submetido a um estresse físico [1].

RESULTADOS

Os modelos estatísticos dos dados foram analisados para que possibilitem traçar o ponto de mudança da FC e de compensação ventilatória.

Na figura 1 pode-se observar que os intervalos RR possuem estacionaridade nos 3 minutos iniciais do teste realizado por um indivíduo. Após este período há um declínio dos valores dos intervalos RR. Posteriormente os intervalos RR permanecem constantes até aproximadamente 7 minutos do teste cardiopulmonar, quando pode-se observar um segundo ponto de mudança no padrão de resposta da curva dos intervalos RR. Tais pontos de mudanças podem indicar o LAn e o ponto de compensação

ventilatório, respectivamente.

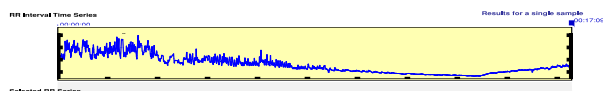


Figura 1: Dados coletados dos intervalos RR (inverso da frequência cardíaca) durante teste cardiopulmonar de um voluntário estudado.

Em concordância à análise de gases expirados, variáveis respiratórias e oximetria, a ergoespirometria é um procedimento não invasivo que avalia o desempenho físico e a capacidade funcional da pessoa [8]. É útil para determinar os fatores que indicam o desempenho.

DISCUSSÃO

O teste cardiopulmonar é uma ferramenta indispensável para tomada de decisão em situações clínicas. Sendo a combinação do teste ergométrico, saturação de e medidas das trocas ventilatórias. Associado a oximetria de pulso para quantificar a saturação das hemoglobinas e a bicicleta ergométrica, por possuir vantagens, independente do peso do indivíduo, fornece ampla gama de aplicações para exames de exercícios, detectando os valores iniciais e de pico, o que melhora e reduz o tempo de processamento de relatórios.

Utilizado na prática clínica tanto para avaliação quanto para treinamento o LAn é a transição entre o metabolismo aeróbio para o anaeróbio, sinalizando a aptidão física. Quando caracterizado apenas em função das trocas respiratórias o limiar anaeróbio é denominado limiar ventilatório, estabelecido pela intensidade de esforço, superando a remoção de ácido láctico, que acarreta na hiperventilação.

O escopoajusta um modelo estatístico, que possa substituir a análise visual, à curva dos intervalos RR de dois voluntários do sexo masculino, sedentários e com idades que variam entre 40 e 60 anos. O método de avaliação será utilizado para descrever a curva de resposta da frequência cardíaca.

CONCLUSÃO

Ao encontrar os pontos de mudança que podem ter relação com o limiar de anaerobiose e ponto de compensação ventilatória, será possível utilizar os métodos estatísticos para indicar os padrões de mudança na resposta dos intervalos RR, ou seja, da FC. O estudo está em andamento e a próxima etapa é a análise dos dados. Essa inovação tecnológica é de suma importância para configurar estratégias de avaliação e capacidade funcional, como para ampliar perspectivas para a aplicação clínica.

REFERÊNCIAS

Marães VRFS. Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações. Revista Andaluza de Medicina Del Deporte, v. 3, n. 1, p. 33-42. Espanha, mar. 2010.

Caruso FCR, et al. Determinação do limiar anaeróbio pela variabilidade da frequência cardíaca de pacientes com DPOC durante exercício em cicloergômetro. Fisioterapia em movimento, v. 25, n. 4. Curitiba, out./dez. 2012.

Sandoval AEP. Medicina do esporte: princípios e prática. Porto Alegre: Artmed, 2005.

Polito MD, Farinatti PTV. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo- -produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, 2003, v. 3, n. 1, p. 79-91.

Gomes CJ. Dinâmica cronotrópica pós-esforço e função autonômica cardíaca de repouso em praticantes de dança de salão. 2015. xiii, 126 f., il. Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria-Executiva. Área de Economia da Saúde e Desenvolvimento. Avaliação de tecnologias em saúde: ferramentas para a gestão do SUS / Ministério da Saúde, Secretaria-Executiva, Área de Economia da Saúde e Desenvolvimento. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2009.

Secoli SR, et al. Avaliação de tecnologia em saúde: II. Análise de custo-efetividade. Arquivos de Gastroenterologia, v. 47, n. 4. São Paulo, out./dez. 2010.

Junior ECPL, et al. Estudo comparativo do consumo de oxigênio e limiar anaeróbio em um teste de esforço progressivo entre atletas profissionais de futebol e futsal. Rev. Bras. Med. Esporte, v. 12, n. 6. Niterói, nov./dez. 2006.

SOBRE OS ORGANIZADORES

NAYARA ARAÚJO CARDOSO - Graduada com titulação de Bacharel em Farmácia com formação generalista pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada – INTA. Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia – ESAMAZ. Mestre em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará – *Campus* Sobral. Membro do Laboratório de Fisiologia e Neurociência, da Universidade Federal do Ceará – *Campus* Sobral, no qual desenvolve pesquisas na área de neurofarmacologia, com ênfase em modelos animais de depressão, ansiedade e convulsão. Atualmente é Farmacêutica Assistente Técnica na empresa Farmácia São João, Sobral – Ceará e Farmacêutica Supervisora no Hospital Regional Norte, Sobral – Ceará.

RENAN RHONALTY ROCHA - Graduado com titulação de Bacharel em Farmácia com formação generalista pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada - INTA. Especialista em Gestão da Assistência Farmacêutica e Gestão de Farmácia Hospitalar pela Universidade Cândido Mendes. Especialista em Análises Clínicas e Toxicológicas pela Faculdade Farias Brito. Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia - ESAMAZ. Especialista em Micropolítica da Gestão e Trabalho em Saúde do Sistema Único de Saúde pela Universidade Federal Fluminense. Farmacêutico da Farmácia Satélite da Emergência da Santa Casa de Sobral/CE, possuindo experiência também em Farmácia Satélite do Centro Cirúrgico. Membro integrante da Comissão de Farmacovigilância do referido hospital. Foi coordenador da assistência farmacêutica de Morrinhos/CE por dois anos. Mestrando em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará - UFC.

MARIA VITÓRIA LAURINDO - Graduada com titulação de Bacharel em Enfermagem pelo Centro Universitário INTA – UNINTA. Foi bolsista no hospital da Santa Casa de Misericórdia de Sobral (SCMS) no setor de Quimioterapia, participei do programa de monitoria na disciplina de Patologia Humana e fui integrante do Projeto de Extensão Humanização Hospitalar. Assim como, desenvolvi ações em educação e saúde como extensionista para pacientes parturientes no hospital Santa Casa de Sobral (SCMS). Pós-Graduada em Urgência e Emergência pela Universidade Cândido Mendes – UCAM.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-382-8

