



AUREA MARIA OLIVEIRA DA SILVA

**ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE DE MÚSCULOS RESPIRATÓRIOS:
AVALIAÇÃO DE HEPATOPATAS EM LISTA DE ESPERA DE TRANSPLANTE
DE FÍGADO E DE NÃO HEPATOPATAS**

CAMPINAS

UNICAMP

2014

AUREA MARIA OLIVEIRA DA SILVA

**ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE DE MÚSCULOS RESPIRATÓRIOS:
AVALIAÇÃO DE HEPATOPATAS EM LISTA DE ESPERA DE TRANSPLANTE
DE FÍGADO E DE NÃO HEPATOPATAS**

Orientador: Profa Dra. Ilka de Fátima Santana Ferreira Boin
Co-orientador: Prof Dr. Alberto Cliquet Jr

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP para obtenção do título de Doutora em Ciências.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA AUREA MARIA OLIVEIRA DA SILVA E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. ILKA DE FÁTIMA SANTANA FERREIRA BOIN.

CAMPINAS

2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas
Maristella Soares dos Santos - CRB 8/8402

Si38e Silva, Aurea Maria Oliveira da, 1962-
Eletromiografia de superfície de músculos respiratórios :
avaliação de hepatopatas em lista de espera de transplante de
fígado e de não hepatopatas / Aurea Maria Oliveira da Silva. --
Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador : Ilka de Fátima Santana Ferreira Boin.
Coorientador : Alberto Cliquet Junior.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Enfermagem.

1. Testes de função respiratória. 2. Hepatopatias. 3.
Diafragma. 4. Reto do abdome. 5. Eletromiografia. 6.
Transplante de fígado. I. Boin, Ilka de Fátima Santana
Ferreira, 1953-. II. Cliquet Junior, Alberto, 1957-. III.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências
Médicas. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Surface elestromyography of respiratory muscles assessment :
assessment liver disease waiting list for liver transplantation and non liver disease subjects

Palavras-chave em inglês:

Respiratory function tests

Liver diseases

Diaphragm

Rectus abdominis

Electromyography

Liver transplantation

Área de concentração: Fisiopatologia Cirúrgica

Titulação: Doutora em Ciências

Banca examinadora:

Ilka de Fátima Santana Ferreira Boin [Orientador]

Luciane Aparecida Sande Pascucci de Souza

Armêle de Fátima Dornelas de Andrade

Elaine Cristina de Ataíde

Jazon Romilson de Souza Almeida

Data de defesa: 29-05-2014

Programa de Pós-Graduação: Ciências da Cirurgia

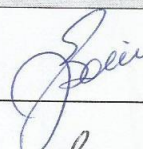
BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DOUTORADO

AUREA MARIA OLIVEIRA DA SILVA

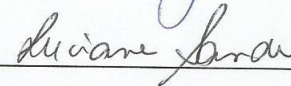
Orientadora PROFA. DRA. ILKA DE FÁTIMA SANTANA FERREIRA BOIN

MEMBROS:

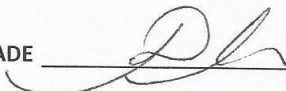
1. PROFA. DRA. ILKA DE FÁTIMA SANTANA FERREIRA BOIN



2. PROFA. DRA. LUCIANE APARECIDA PASCUCCI SANDE DE SOUZA



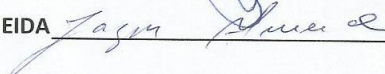
3. PROFA. DRA. ARMELE DE FÁTIMA DORNELAS DE ANDRADE



4. PROFA.DRA. ELAINE CRISTINA DE ATAÍDE



5. PROF.DR. JAZON ROMILSON DE SOUZA ALMEIDA



Programa de Pós-Graduação em Ciências da Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas

Data: 29 de maio de 2014

DEDICATÓRIA

As pessoas que amo nesse mundo: minha mãe Elizabeth sempre presente, meu pai Antonio Carlos (*in memoriam*) sempre desafiador, meu marido Anderson sempre carinhoso e dedicado, minha filha Luara que mesmo longe tem meu coração, meus amigos que nunca me abandonaram.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao meu Deus, sem ele eu nada seria.

À todos que amo: pais, amigos, marido e filha.

À minha orientadora Profa. Dra. Ilka de Fátima Santana Ferreira Boin, pela paciência, oportunidade e confiança.

Às minhas alunas e amigas Suellen Maturi, Daniele dos Santos, Vivian Limongi, Anna Claudia Sentanin, Raissa e ao amigo Rodrigo Tonella, pela força, apoio, ajuda e muitas vezes paciência em ouvir e ter o carinho de me ensinar.

Ao meu companheiro e amigo Ennio Peres da Silva pelas explicações e ajuda no difícil processo do saber.

Aos amigos do Ambulatório de Transplante de Fígado da Unicamp: às Enfermeiras Elizabete Udo e Fátima Trovato, à Psicóloga Maria Izabel Warwar, à Assistente Social Tereza Cristina Bonaldo, à Deuzelina Ventrili, aos médicos Dr. Tiago Sevá, Dra. Raquel Stucchi e à todos que sempre caminharam comigo nesta etapa da minha vida.

Agradeço às secretárias do Departamento de Cirurgia Maria Kac, Lucia Aoki, Estela Rocha que sempre me auxiliaram com todas as dificuldades administrativas. Elas merecem todo meu carinho.

À Ana Carolina Guardia, Arlete Milan, Ivan Campos pelo companheirismo, amizade e grandes colaborações dispensadas dentro e fora do trabalho.

Aos pacientes e pessoas que me ajudaram na pesquisa com paciência e carinho, enfim à todos que direta ou indiretamente me apoiaram, me auxiliaram e me conduziram aos degraus que hoje consigo vencer.

“A bondade não impede ninguém de passar pelos desafios da vida [...] Estamos vendo todos os dias pessoas que consideramos bondosas sofrerem toda sorte de problemas. Observamos, depois de algum tempo, quanto elas amadureceram com eles”

Zíbia Gasparetto

“A grandeza do homem consiste na sua decisão de ser mais forte que a condição humana”

Albert Camus

RESUMO

A eletromiografia de superfície (EMGs) é uma técnica não-invasiva para a detecção da atividade da musculatura esquelética, podendo ser utilizada para verificação da atividade dos músculos da respiração, como o diafragma e reto abdominal, escassamente estudados na literatura.

Objetivo - Este estudo comparou a eletromiografia de superfície (músculos diafragma e reto abdominal) de indivíduos não hepatopatas e pacientes hepatopatas em lista de espera de transplante de fígado.

Método – Estudo prospectivo transversal analítico com indivíduos do sexo masculino acima de 18 anos distribuídos em dois grupos: Grupo hepatopata (GH) e não hepatopata (GNH). Através da EMGs, avaliou-se a média da raiz quadrática – RMS dos músculos diafragma e reto abdominal direitos. Verificou-se a força muscular através da manovacuometria (pressão inspiratória máxima - PIM e pressão expiratória máxima- PEM) e os volumes e fluxos pulmonares, usando-se a espirometria (CVF – capacidade vital, VEF₁ – volume expiratório forçado no primeiro segundo, FEM_{25-75%} - fluxo expiratório máximo em 25-75% da CVF); e através do oxímetro verificou-se frequência cardíaca (FC) e saturação de oxigênio (satO₂). Os outros dados analisados foram idade, índice de massa corpórea (IMC), antecedentes respiratórios, presença ou não de tabagismo, atividade física e ascite; escore MELD (*model for end-stage liver disease*), sendo considerado seis pontos para o grupo não hepatopata. Na análise estatística foi utilizado o teste Levene, de Mann-Whitney, qui-quadrado com teste de Fisher para análise das variáveis categóricas e a curva ROC (*receiver operating curve*), com nível de significância de 5%.

Resultados – Foram estudados 236 indivíduos, sendo: GNH (65) e GH (171). Foi observado no GH um IMC maior, possivelmente pela presença de ascite ($p = 0,001$); um RMS maior do reto abdominal ($p = 0,0001$) e da RMS do diafragma ($p = 0,030$); frequência cardíaca mais alta ($p=0,0001$); uma diminuição nos índices de PIM e PEM ($p = 0,0001$) e diminuição do VEF₁ e FEM_{25-75%} ($p=0,0001$). Entre os pacientes em lista de transplante, 56 (32,7%) dos pacientes foram submetidos o transplante no período do estudo sendo a mortalidade em lista de 12,9% (22 pacientes). A ascite foi encontrada somente no grupo GH e tanto o tabagismo, quanto a atividade física e antecedentes pulmonares não foi diferente nos grupos estudados. A curva ROC mostrou que a RMS do reto abdominal foi capaz de discriminar os pacientes com doença hepática dos indivíduos não hepatopatas (área = 0,63 ; IC95 % :0.549 - 0,725).

Conclusão - A EMGs, juntamente com dados do perfil respiratório, mostrou que os pacientes hepatopatas em lista de espera possuem um déficit muscular respiratório, que pode levar a complicações pulmonares no pós-operatório.

ABSTRACT

Surface electromyography (sEMG) is a non-invasive method to detect skeletal muscle activity used for respiratory muscle verification. There is little in the literature about the diaphragm and rectus abdominal using sEMG.

Aim - This study compared sEMG for diaphragm and rectus abdominis muscles of a group of individuals with liver disease on the waiting list for liver transplantation to a group without.

Method – An analytical cross-sectional prospective study was carried out with 236 men, all over 18 years old, which were distributed into two groups: group hepatopathy (HG) and no hepatic disease group (NHG). sEMG, applying the root mean square (RMS) for the diaphragm and rectus abdominis right muscle, was used. The muscle strength was measured using a manometer (maximal inspiratory pressure - MIP and expiratory pressure - MEP), and for lung volumes and flows, (FVC: forced vital capacity, FEV₁: forced expiratory volume in one second, MEF_{25-75%}: maximum expiratory flow 25-75% of FVC) spirometry was used. By using a oximeter heart rate (HR) and oxygen saturation (SpO₂) were calculated. Other demographic and clinical data were: age, body mass index (BMI), respiratory antecedent disease, smoker or non-smoker, physical activity (yes/no) and ascites (yes/no), and MELD score (model for end-stage liver disease). In the non-hepatic group six points for MELD were considered. For statistical analysis Levene test, Mann-Whitney test, chi-square with Fisher test for the categorical variables and ROC (receiver operating curve), with a significance level of 5 %, was used in a SPSS 21.0.

Results - NHG (65) and HG (171) were studied. HG showed a higher BMI, possibly due to the presence of ascites ($P = 0.001$); an increase in the RMS of the

rectus abdominis ($P = 0.0001$) and the RMS of the diaphragm ($P = 0.030$), and heart rate ($P = 0.0001$); while there was a decrease in levels of MEP, MIP ($P = 0.0001$), FEV_1 and $MEF_{25-75\%}$ ($P = 0.0001$). Between patients on the transplant waiting list, 56 (32.7%) were submitted to liver transplantation during the study, and mortality in list was 12.9% (22 patients). Ascites were found only in the HG. Smoking habits, physical activity and pulmonary disease antecedents were not different in either group. The ROC curve showed that the RMS rectus abdominis was able to discriminate subjects with liver disease (area = 0.63, 95%CI: 0.549 - 0.725).

Conclusion -sEMG, along with respiratory profile data, showed that the liver disease waiting list patients had a respiratory muscle impairment, which may lead to pulmonary complications in the postoperative transplant period.

LISTA DE ABREVIATURAS

EMGs –	Eletromiografia de superfície
μV –	Microvolt
RMS –	Root means square (media da raiz quadrática)
V/Q –	Ventilação/perfusão
UTI -	Unidade de Terapia Intensiva
Unicamp -	Universidade Estadual de Campinas
GNH –	Grupo não hepatopata
GH –	Grupo hepatopata
PBE –	Peritonite bacteriana espontânea
CDC -	Centers for Disease Control and Prevention
HC -	Hospital das Clínicas
IMC -	Índice de massa corpórea
SP -	São Paulo
cm de H₂O -	Centímetros de água
PIM –	Pressão inspiratória máxima
PEM –	Pressão expiratória máxima
cm -	Centímetros
SENIAN -	Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of
Muscles -	
Hz -	Hertz
FC -	Frequência cardíaca
Sat O₂ -	Saturação de Oxigênio

Kg -	Quilogramas
Kg/m² -	Quilogramas por metro quadrado
bpm -	Batimentos por minuto
CVF -	Capacidade vital forçada
%L -	Porcentagem por litro
VEF₁	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
FEM_{25-75%} –	Fluxo expiratório máximo entre 25 a 75%
%L/s -	Porcentagem por litro por segundo
MELD	Model for end-stage liver disease
IC -	Intervalo de confiança
ROC -	Receive Operating Curve

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Causas da diminuição de massa muscular na cirrose - Adaptação de Kachaamy et al, 2012.....	32
Figura 2. Eletromiógrafo de superfície utilizado na pesquisa	49
Figura 3. Posicionamento dos eletrodos durante a eletromiografia de superfície. ...	50
Figura 4. Traçado da eletromiografia de superfície obtida no aparelho utilizado.....	51
Figura 5. Aparelho utilizado para espirometria	52
Figura 6. Aparelho utilizado para medir saturação de O ₂ e frequência cardíaca	53
Figura 7. Frequência (percentagem) das variáveis estudadas nos grupos GH – grupo hepatopata e GNH – grupo não hepatopata	60
Figura 8. Diferença das médias dos grupos estudados das variáveis da eletromiografia de superfície (RMS = root mean square).....	61
Figura 9. Diferença das médias dos grupos estudados das variáveis da eletromiografia de superfície (pico máximo do músculo diafragma).....	62
Figura 10. Diferença das médias dos grupos estudados das variáveis da eletromiografia de superfície (pico máximo do músculo reto abdominal)	63
Figura 11. Curva ROC do RMS reto abdominal com área de 0,63, intervalo de confiança de 95% entre 0,549 e 0,725.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Verificação de variâncias e aplicação do test-t na amostra estudada.....	57
Tabela 2. Médias das variáveis contínuas nos grupos estudados	58
Tabela 3. Verificação de variâncias e aplicação do test-t na amostra estudada com relação a EMGs com amostra para idade inferior 40 anos.....	59
Tabela 4. Verificação de variâncias e aplicação do test-t na amostra estudada com relação a EMGs com amostra para idade superior 40 anos.....	59
Tabela 5. Frequência de indivíduos nos grupos das variáveis categóricas	60
Tabela 6. Verificação por Mann-Whitney da significância das variáveis respiratórias estudadas no grupo hepatopata em relação a ascite	64
Tabela 7. Verificação por Mann-Whitney da significância das variáveis respiratórias estudadas no grupo hepatopata em relação a atividade física.....	64

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	29
1.1. – Doença Hepática, Cirrose e Sarcopenia	31
1.2. - Eletromiografia de superfície	34
1.2.1 Métodos coadjuvantes a EMGs	39
OBJETIVOS	41
MÉTODO	45
2.1 – Critérios de Inclusão	47
2.2 - Critérios de Exclusão	47
2.3 - Avaliação realizada:	47
Anamnese -	47
□ Pressão Inspiratória Máxima (PIM) e Pressão Expiratória Máxima (PEM)	48
□ Eletromiografia de superfície	48
□ Espirometria -	51
□ Oximetria de pulso	52
RESULTADO	55
DISCUSSÃO	67
CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS	93
Anexo 1. Ficha de avaliação	95
Anexo 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	97
Anexo 3. Parecer CEP	101
Anexo 4. Características Técnicas do EMGs	103
Anexo 5. Artigos Publicados e/ou aceitos decorrentes deste trabalho	105
Artigo 1.	105
Artigo 2.	107
Artigo 3.	111
Artigo 4.	121
Anexo 6. Aprovação FAPESP	133

INTRODUÇÃO

1.1. – Doença Hepática, Cirrose e Sarcopenia

Cirrose é a consequência da progressão de várias formas necro-inflamatórias de desordens hepáticas que levam à fibrose hepática, disfunção hepatocelular e remodelamento vascular¹.

Em casos graves de infecção viral, síndrome hepática não alcoólica e após uma terapia antiviral e até complicações sistêmicas, o paciente pode evoluir para um quadro de caquexia ou sarcopenia, favorecendo à diminuição da qualidade de vida, sendo o transplante hepático o último recurso terapêutico de tratamento viável ¹⁻⁴.

Outras complicações decorrentes da doença hepática avançada incluem a ascite; encefalopatia hepática, hipertensão portal com varizes esôfago-gástricas, disfunção renal e hepatocarcinoma, entre outras apresentam como consequência clínica a desnutrição grave e a caquexia hepática que levam à sarcopenia¹. Essa desnutrição é relatada em torno de 60 a 80% dessa população e a sarcopenia descrita em 40% dos cirróticos²⁻⁴.

A sarcopenia é caracterizada como uma perda de massa muscular ou depleção da musculatura esquelética, predispondo a morbi-mortalidade desses pacientes⁴. A desnutrição proteíno-energética é comumente encontrada em estágios avançados da doença hepática⁴, e podem levar a uma autofagia e apoptose muscular³, contudo ainda pouco estudada nessa população.

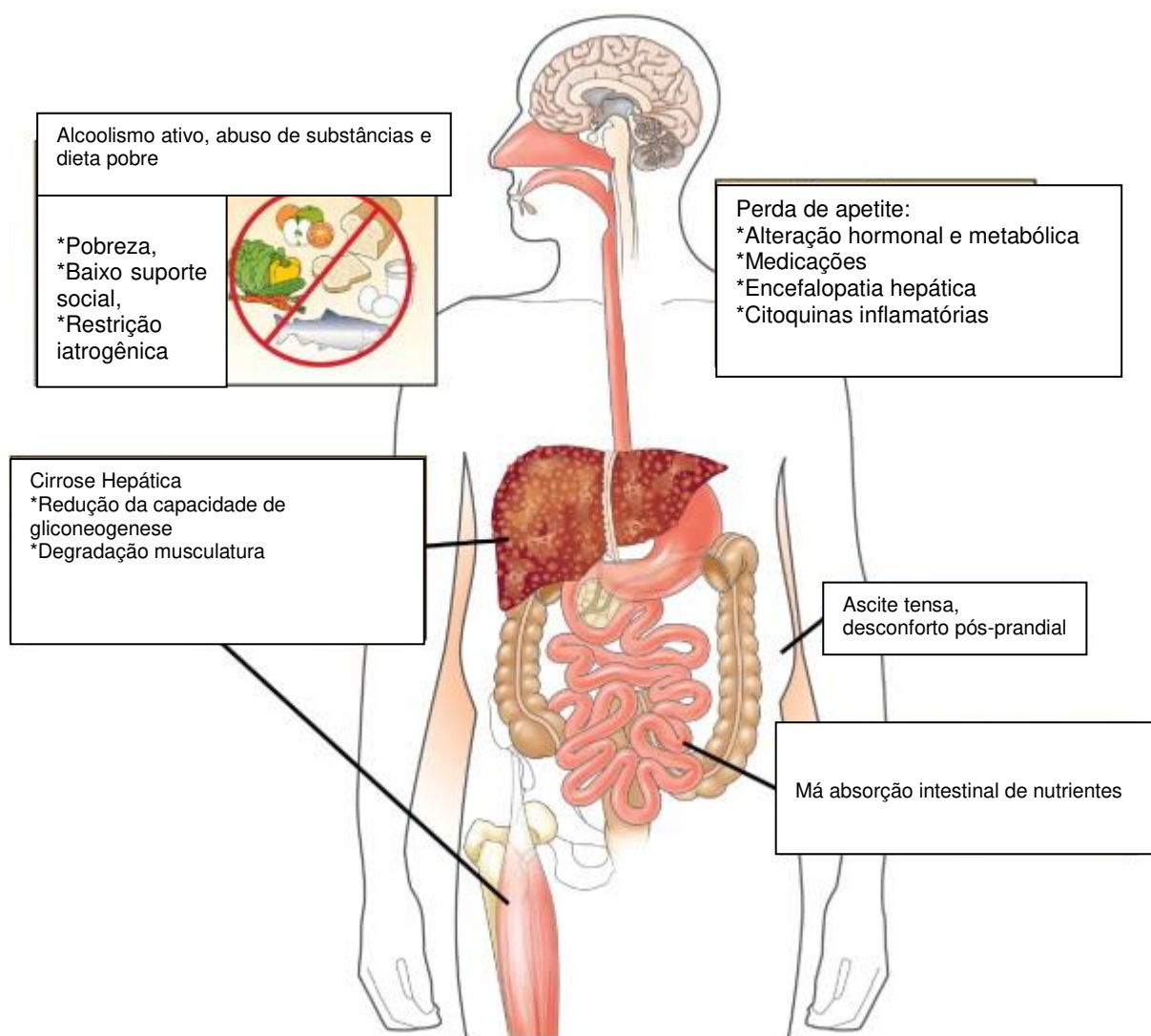


Figura 1. Causas da diminuição de massa muscular na cirrose - Adaptação de Kachaamy et al, 2012

Além das alterações já esperadas em cirróticos crônicos, quando ocorre ascite, em 50% dos casos⁵⁻⁷, podem ser observadas alterações restritivas e obstrutivas^{8-13,18-22}, tanto desencadeadas por pneumonias de repetição como por fatores relacionadas ao tabagismo crônico. Essas alterações podem ser detectadas em exame de prova de função pulmonar^{5,17-19}. São observadas diminuições dos volumes e fluxos pulmonares, que melhoram após paracentese²¹⁻²⁴, bem como a hipoxemia detectada pela oximetria^{13-16,23-25}. Isso ocorre devido ao grande aumento do volume

abdominal e da pressão intra-abdominal, que levam à diminuição da expansibilidade pulmonar, com consequente hipoventilação, principalmente nas bases pulmonares¹⁵⁻¹⁶.

Junto ao quadro clínico descrito, o edema intersticial também está presente, assim como o colapso alveolar e microatelectasias que podem explicar as alterações espirométricas e gasométricas encontradas¹⁵⁻²⁵.

Uma das alterações específicas é a "síndrome hepatopulmonar", que acarreta hipoxemia e ocorre em um terço dos doentes portadores de cirrose^{8,25}.

A oxigenação inadequada nos portadores de cirrose é causada por vários mecanismos fisiopatológicos, como tônus vascular inadequado, vasodilatação pulmonar, alteração na relação ventilação-perfusão (V/Q), aumento de *shunt* arterio-venosos e alterações na relação entre a difusão-perfusão^{17,18}.

Em virtude das anormalidades metabólicas associadas a uma disfunção pulmonar, os pacientes que estão em lista, candidatos ao transplante de fígado, podem apresentar no período pós-operatório modificações na força muscular respiratória com diminuição e alterações dos volumes e fluxos pulmonares²⁶⁻²⁹. Isso acontece principalmente pelo decréscimo da capacidade oxidativa mitocondrial no tecido muscular²⁶.

A incisão de escolha para esses pacientes é a do tipo *Chevron* (subcostal bilateral ampliada). O efeito da imunossupressão e os achados pré-operatórios modificam em muito a mecânica muscular respiratória¹.

Estudos dos músculos respiratórios como o diafragma e reto abdominal podem contribuir para avaliação da função respiratória e traçar estratégias preventivas para preservá-las³⁰.

Um método para se verificar a função muscular respiratória juntamente com outros métodos avaliatórios seria a eletromiografia de superfície.

1.2. - Eletromiografia de superfície

A eletromiografia de superfície (EMGs) é a representação gráfica das atividades elétricas musculares. Consiste no registro da soma da atividade elétrica de todas as fibras musculares ativas, por meio da colocação de eletrodos sobre a pele. Eles permitem colher os potenciais que ocorrem no sarcolema das diversas fibras ativadas que são conduzidos pelos tecidos e fluidos envolventes até a superfície da pele ³¹⁻³⁴.

O sistema proposto para monitorizar a atividade elétrica capta os sinais provenientes da musculatura do indivíduo, por meio de eletrodos de superfície, posicionados no ventre muscular, entre o ponto motor e o tendão distal do músculo. Isto se deve, pois a zona de inervação de um músculo é a região onde os potenciais de ação viajam para ambas direções³⁵.

Muitos fatores influenciam na coleta do sinal eletromiográfico e para evitar interferências como a frequência cardíaca, o *cross talk* dos músculos vizinhos e artefatos, tais como a influência da rede e a luz fluorescente, se faz necessário utilizar a melhor localização tanto dos eletrodos polares, quanto do eletrodo de dispersão. Mesmo assim, é um método de estudo facilmente aplicável, não invasivo, por meio do qual pode ser verificadas as magnitudes dos picos gráficos da atividade muscular, colaborando assim na praticidade da pesquisa e no aspecto ético da mesma em relação aos indivíduos da amostra, valorizando sua aplicabilidade científica³⁷.

No entanto, a limitação do método, consiste no fato dos seus valores não poderem ser convertidos com reprodutibilidade em valores de força muscular. Se apresenta de forma quantitativa o que verifica-se por meio do exame visual, podendo auxiliar no diagnóstico e determinar o curso do tratamento de reabilitação^{36,37}.

O potencial de ação de unidades motoras se caracteriza por vários parâmetros, dentre eles a quantidade de unidades motoras recrutadas, o que reflete em um maior recrutamento de fibras musculares³². O sinal mioelétrico contém informações sobre a forma do potencial de ação de unidades motoras e assim pode fornecer uma informação aproximada sobre a eletrofisiologia do músculo ativo. Analisando se essas informações, pode ser obtidos detalhes particulares da atividade muscular a ser estudada^{38,39}.

A atividade dos músculos, obtida pela eletromiografia de superfície, detectada pela atividade elétrica e fenômeno eletromecânico de acoplamento muscular, é registrada por meio dos potenciais de ação que ocorrem no músculo e determinada por sinais em μV (microvolts).

Para se obter essas medidas, os sinais deverão ser captados por um contato elétrico na pele, denominados sensores ou eletrodos. Para melhor captação do sinal e permitir um melhor contato elétrico pode ser utilizado gel condutor e a superfície estar limpa.

Eletrodos são dispositivos de entrada e saída de corrente de um sistema elétrico. É a conexão entre o corpo e o sistema de aquisição, devendo ser alocado o mais próximo do músculo para ser captado sua corrente iônica. Assim, a área de interface eletrodo/tecido é chamada de superfície de detecção e comporta-se como

um filtro. A configuração de eletrodos bipolar, permitem medir a diferença de voltagem mioelétrica entre dois pontos, resultando em um sinal que reflete a superposição dos potenciais de ação das fibras musculares de um músculo excitado pertencentes a uma única unidade motora (mesma inervação)^{31,35,40,41}.

As variáveis que influenciam na formação do sinal eletromiográfico são, o diâmetro da fibra muscular; a colocação do eletrodo na superfície da pele; a quantidade de tecido na área; o recrutamento das unidades motoras; a frequência de disparos das unidades motoras; os artefatos de movimentos e a interferência de outras fontes de ruídos^{31,35,41}.

Como o sinal bruto obtido de um registro eletromiográfico é também formado por ruídos que impedem uma leitura adequada do sinal desejado, estes necessitam de filtros de limpeza contido dentro dos aparelhos de amplificação dos dados.

O sinal deve também ser pré-amplificado perto de sua origem, antes de ser filtrado, por isso a configuração bipolar é a mais comumente utilizada pela alta taxa de ampliação diferencial, eliminando potencialmente os ruídos.

Se os eletrodos de escolha forem os de forma passiva, significa que estes eletrodos somente detectam o sinal e enviam ao condicionador (amplificador associado ao filtro analógico), processam e demonstram de forma gráfica. Um exemplo são os altos níveis de atividade muscular, indicam uma situação de estresse^{31,35,41}.

A aplicação dessa técnica no campo da Biomecânica contribui para estudar três aspectos importantes, a relação entre a sincronização e o tempo de ativação dos músculos; a relação do sinal de força e a eletromiografia; o uso do sinal eletromiográfico como um índice de fadiga. Como o fenômeno da contração

muscular proporciona o movimento humano, a quantificação desse fenômeno por meio da eletromiografia de superfície é extremamente relevante para entender as variáveis envolvidas nesse processo.

Assim, quando se estuda o padrão respiratório de alguns indivíduos, é possível observar a atividade muscular através da presença de respiração paradoxal ou ação de músculos auxiliares, que se relacionam com o grau de obstrução e restrição, relacionadas também, com a hipo ou hiperventilação. Dentre os fatores que podem influenciar o padrão respiratório pode-se incluir alterações que aumentam o trabalho respiratório. Nesse sentido, situações que envolvam fadiga têm sido correlacionadas com uma diminuição dos valores da frequência mediana, que é uma variável que divide o espectro de potência em duas regiões iguais, podendo ser utilizada para a detecção dessa fadiga fisiológica e atrofia, bem como, com um aumento do valor RMS (Root Mean Square ou Média da Raiz Quadrática) verificado por meio da amplitude do sinal EMGs^{40,41}.

A eletromiografia apresenta-se então, como um dos poucos métodos de avaliação direta, não invasiva, para a verificação das alterações de amplitude e do espectro de potência da atividade elétrica dos músculos, como por exemplo os músculos respiratórios alterados em certas patologias^{42,43,44}.

Quando ocorre uma contração muscular durante uma respiração, as fibras musculares são recrutadas de maneira sequencial. O recrutamento sequencial de unidades motoras se produz pelo princípio do tamanho de Henneman. Primeiro se contraem as unidades motoras menores, associadas principalmente com fibras musculares do tipo I (de contração lenta, metabolismo oxidativo, resistentes a fadiga). Em um processo gradual de recrutamento, novas unidades motoras vão

sendo recrutadas, unidades motoras maiores com fibras musculares tipo IIa (de contração rápida, resistentes a fadiga, com enzimas oxidativas e glicolíticas) e posteriormente fibras IIb são recrutadas (de contração rápida, metabolismo glicolítico facilmente fatigável)⁴⁵. Entretanto a eletromiografia de superfície tem sido amplamente utilizada com intuito de estudar tanto a incidência de fadiga muscular como a primeira atividade muscular diante de uma contração⁴⁶.

Atualmente a eletromiografia tem sido utilizada nas Unidades de Terapia Intensiva (UTI), já que estima-se que 40% dos pacientes internados na UTI são submetidos a ventilação mecânica invasiva que está associada a complicações respiratórias quando utilizada por muito tempo. O desequilíbrio entre o aumento da carga sobre os músculos inspiratórios, a diminuição da força e a resistência muscular é determinante na dependência da ventilação mecânica ou mesmo a adinamia desses músculos frente a uma incisão cirúrgica⁴⁷.

Desta maneira, a eletromiografia de superfície, permite avaliar a atividade muscular, associada a outros equipamentos, avaliando-se o padrão de ativação muscular para que, precocemente, se inicie um protocolo de treinamento muscular respiratório, visando acelerar um processo de desmame da ventilação mecânica, produzindo um esforço muscular planejado, podendo diminuir as complicações associadas e o tempo de permanência em uma Unidade de Terapia Intensiva^{45,46}; permite avaliar eletrofisiologicamente e indiretamente a atividade do nervo frênico, bem como do diafragma, auxiliando no diagnóstico diferencial de neuropatias ou miopatias, o que contribui para o estudo da paralisia diafragmática⁴⁷, principalmente no pós-operatório de cirurgia do andar superior do abdome e ainda a reabilitação muscular respiratória através do *biofeedback*.

1.2.1 Métodos coadjuvantes a EMGs

Para os outros métodos avaliatórios coadjuvantes à eletromiografia de superfície, pode ser utilizada a manovacuometria que visa mensurar as pressões inspiratórias e expiratórias máximas.

Segundo Neder et al (1999)⁴⁸ a manovacuometria é um método simples de mensuração, medindo a força desenvolvida, pelas pressões estáticas de um conjunto de músculos, inspiratórios e expiratórios durante a respiração.

Outro método avaliatório pode ser através da espirometria, que é um meio simples para verificar dados volumétricos e de fluxo pulmonar, como a Capacidade Vital Forçada - CVF, o Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo - VEF1 e o Fluxo Expiratório Máximo entre 25 a 75% - FEM 25-75%, de mensuração eficaz e rápida podendo rastrear alterações pulmonares¹².

Bozbas et al (2011)¹² demonstraram que 21,4% dos pacientes candidatos ao transplante de fígado tinham sintomas ou sinais de alterações pulmonares e que anormalidades na espirometria entre outras como tabagismo e hipóxia, são fatores de complicações pós-transplantes e que estes contribuíam para a mortalidade nessa população (24,1%).

Assim, após vários anos de convivência fisioterápica com os pacientes candidatos ao transplante de fígado e suas complicações no pós-operatório, viu-se a necessidade de avaliar mais profundamente a parte respiratória visando verificar o perfil desses indivíduos.

Muitas das limitações que a área da fisioterapia enfrenta, é o estudo da musculatura, para mensuração da força e perda de massa muscular de uma forma

não invasiva, principalmente na área respiratória. A EMGs foi uma possibilidade desse estudo diante a patologia hepática.

Como não há trabalhos científicos com eletromiografia de superfície em músculos respiratórios como o diafragma em indivíduos não hepatopatas e em pacientes hepatopatas, foi necessário um realizar um trabalho piloto para se obter um melhor posicionamento dos eletrodos, verificando-se também a necessidade de se obter uma normalidade para o uso da medida.

Sendo assim, o presente estudo visou avaliar por meio da eletromiografia de superfície dos músculos respiratórios diafragma e reto abdominal direito, juntamente com a espirometria e a manovacuometria comparando-se grupos de indivíduos com doença hepática crônica em lista de transplante hepático e não hepatopatas, bem como estudar o perfil do paciente candidato ao transplante hepático e verificar suas alterações nessas variáveis.

OBJETIVOS

Principal

- Comparar a eletromiografia de superfície (músculos diafragma e reto abdominal) de indivíduos não hepatopatas e pacientes hepatopatas em lista de espera de transplante de fígado.

Específicos

- Verificar através das variáveis contínuas EMGs, Manovacuometria, Espirometria, Oximetria de pulso o perfil do paciente hepatopata em lista de transplante, comparado com indivíduo não hepatopata;
- Verificar através das variáveis categorias de idade, IMC, tabagismo, ascite, antecedentes pulmonares e presença de atividade física o perfil do paciente hepatopata em lista de transplante, comparado com indivíduo não hepatopata.

Trata-se de um estudo transversal, prospectivo, com indivíduos do sexo masculino, acima de 18 anos, realizado no Ambulatório de Transplante Hepático no Gastrocentro da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) de janeiro de 2009 a novembro de 2013.

2.1 – Critérios de Inclusão

Grupo Não Hepatopata (GNH) – Indivíduos não hepatopata, sem nenhum indício de doença atual ou crônica;

Grupo Hepatopata (GH) – Indivíduos com diagnóstico clínico de hepatopatia crônica em lista de transplante hepático;

2.2 - Critérios de Exclusão

GNH – Histórico de atividade muscular intensa de membros superiores;

GH - Ascite refratária como descrito por Velamati & Herlong, 2006⁴⁹,

Presença de infecção ativa de via aérea superior ou Peritonite Bacteriana Espontânea (PBE);

Vigência de infecções ativas respiratórias conforme o Centers for Disease Control and Prevention (CDC) de 2009 acessado em 10.08.2009 (www.cdc.gov/)⁶³.

2.3 - Avaliação realizada:

Anamnese -

Através da ficha de avaliação, conforme anexo 1 onde deve constar:

Nome / registro do HC

Idade (anos)

Peso (Kg)

Altura (cm)

IMC (peso/altura²)

Antecedentes pessoais: Tabagismo (presença ou não)

Atividade física (presença ou não)

Antecedentes pulmonares (presença ou não)

Ascite (presença ou não)

Os testes respiratórios descritos abaixo foram realizados após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 2), com a devida aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp (anexo 3).

- ***Pressão Inspiratória Máxima (PIM) e Pressão Expiratória Máxima (PEM) –***

Foram medidas com um Manovacuômetro -300/+300 analógico da marca Gerarmed® SP/Brasil, medidas em cm de H₂O.

Os indivíduos foram mantidos na posição sentada. O procedimento foi realizado três vezes e anotado o melhor valor: de inspiração máxima após uma expiração máxima (PIM) e uma expiração máxima após uma inspiração máxima (PEM).

- ***Eletromiografia de superfície*** – A coleta da atividade elétrica do músculo foi realizada utilizando-se o eletromiógrafo de superfície da marca EMG System do Brasil Ltda® (São João da Boa Vista/Brasil), série 00405, modelo 210C (figura 2),

com os dados de amplificação, filtros e índice de rejeição dados pelo fabricante (anexo 4).

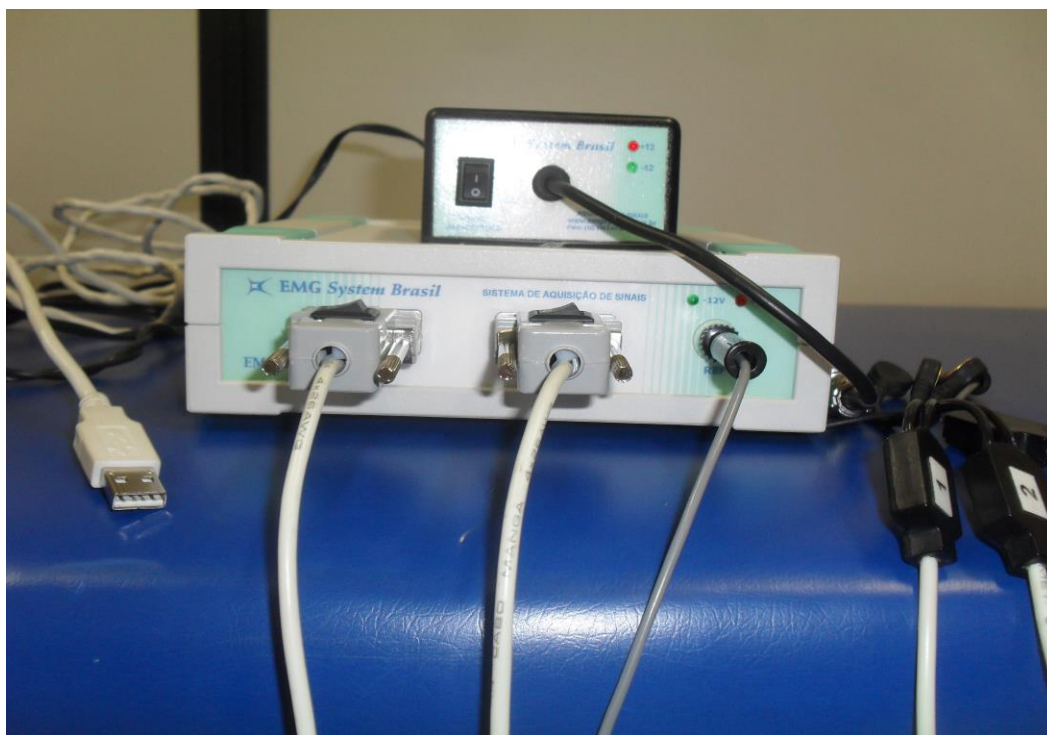


Figura 2. Eletromiógrafo de superfície utilizado na pesquisa

Os pacientes foram colocados na posição de decúbito dorsal 45º, com o dorso encostado sobre a maca hospitalar.

Foram utilizados eletrodos passivos, de diferencial simples auto-adesivos da marca 3M do Brasil® SP/Brasil fixados ao corpo para diminuir a ação de ruídos que poderiam alterar os valores obtidos. Não foram utilizados intereletrodos, com higienização conforme Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles - SENIAM (<http://www.seniam.org/>, acessado dia 16.06.2014)⁷².

Para o diafragma direito foram alocados um eletrodo na posição paraxifóide 5cm do processo xifóide e outro a 16cm de distância no rebordo costal direito³². Para

a medida do reto abdominal direito, foram alocados paralelamente a cicatriz umbilical 5cm de distância ao longo desse músculo (Figura 3).

O eletrodo correspondente ao terra foi posicionado no dorso da mão esquerda distancia de mais ou menos 30 cm dos eletrodos canais.

O registro da atividade elétrica teve duração de 10 segundos com os indivíduos respirando tranquilamente com uma respiração forçada a cada 3s, fazendo-se o janelamento nesse ponto, respeitando o pico de inspiração para o músculo diafragma e o pico de expiração para o músculo do reto abdominal.

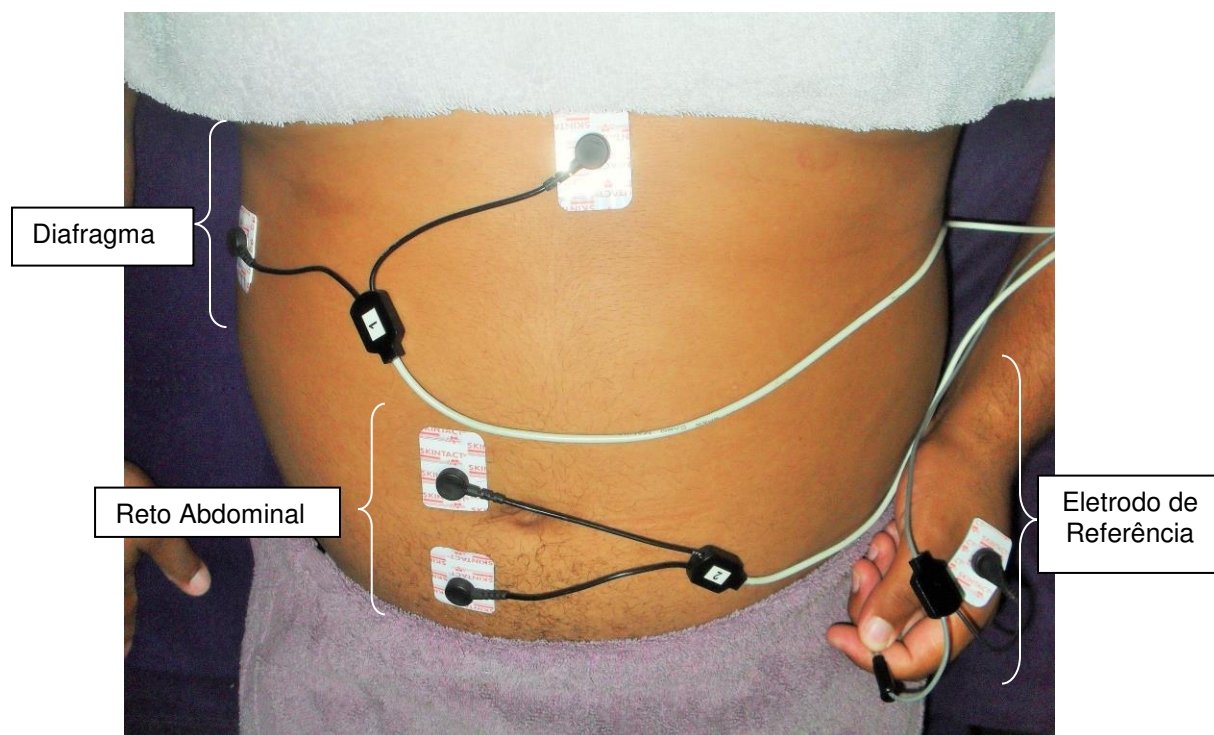


Figura 3. Posicionamento dos eletrodos durante a eletromiografia de superfície.

O registro de comparação com valores normais foram adquiridos através de coleta da população não hepatopata, assim definindo uma amostragem para normatização.

A aquisição dos sinais foi realizada em uma frequência de 300Hz e a sensibilidade de amplitude do sinal de 300uV para o diafragma e 500Hz com sensibilidade de amplitude do sinal de 500uV para o reto abdominal (Figura 5). O circuito eletrônico de aquisição captou e processou esses sinais, disponibilizando-os para um software instalado em um computador notebook Intelbras i21®, SP/Brasil.

Ao acessar o programa, anotou-se os valores da atividade elétrica muscular obtidos em um período de 10s determinado pelo software EMG System do Brasil®, representado pela média da raiz quadrática (RMS).

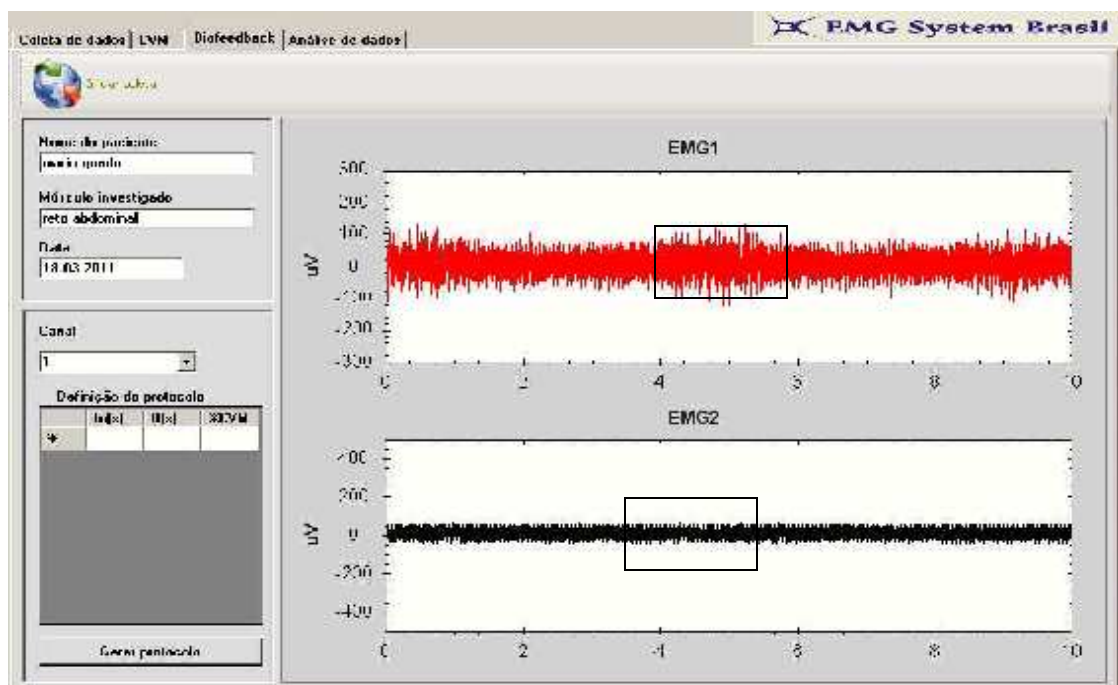


Figura 4. Traçado da eletromiografia de superfície obtida no aparelho utilizado

- **Espirometria** - Para medir fluxos e volumes pulmonares utilizado, CVF, VEF1, FEM 25-75% realizado com o paciente sentado a 90° e solicitadas manobras respiratórias conforme teste. Foi utilizado um espirômetro EASYONE

Diagnostic World Espirometer® (Zurich, Switzerland), seguindo as Diretrizes para Testes de Função Pulmonar, descritas pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. O teste de espirometria foi realizado de maneira a se obterem três manobras aceitáveis, sendo duas delas reprodutíveis.



Figura 5. Aparelho utilizado para espirometria

- ***Oximetria de pulso*** - Realizado através de um oxímetro de pulso da marca Nonin® (Miniápolis/USA), verificando-se a frequência cardíaca (FC) e a saturação de oxigênio (sat O₂) dos grupos estudados na mesma posição que a EMGs (figura 6).



Figura 6. Aparelho utilizado para medir saturação de O_2 e frequência cardíaca

Para a análise estatística utilizou-se o programa SPSS21® 2010 (Armond, NY, EUA). O nível de significância foi de 5%. Foi utilizado o teste de Levene para verificação de homocedasticidade. Para a verificação de variâncias foi utilizado o teste t-Student não pareado com transformação por postos para comparar as diferenças entre os grupos.

Foi utilizado o teste exato de Fisher para comparação das variáveis categóricas.

Para verificar a função respiratória nos pacientes hepatopatas em presença de ascite, foi utilizado o teste de Mann-Whitney.

Como limitação deste estudo, a avaliação de homens com idade superior a 50 anos, supostamente saudáveis para obtenção da comparação da média de idade dos pacientes hepatopatas estudados.

Esse projeto de pesquisa foi realizado na área de cirurgia do Aparelho Digestivo, com aparelho de eletromiografia e espirometria financiados pelo FAEPEX (411/10 e 7408/09) e FAPESP (2010/19326) (anexo 6).

RESULTADO

Características do estudo

Foram estudados 236 indivíduos distribuídos em dois grupos:

GNH – 65 (27,6%) indivíduos e GH – 171 (72,4%) pacientes.

Na tabela 1 estão descritos, a verificação de variâncias e aplicação do test t-Student na amostra estudada. Nas tabelas 2 e 3 a verificação das mesmas variâncias estratificando para idade abaixo de 50 e acima de 50 anos.

Tabela 1. Verificação de variâncias e aplicação do test-t na amostra estudada

	Teste de Levene				teste-t Student			
	F	P	T	P	Diferença média	Erro padrão de diferença	95% IC Inferior	Superior
Idade (anos)	46,07	,000	3,028	,003	4,57	1,51	1,60	7,55
Peso (Kg)	8,41	,004	2,558	,011	5,45	2,13	1,25	9,66
Altura (cm)	1,93	,166	-2,250	,025	-,02	,01	-,04	-,002
IMC (Kg/m ²)	20,33	,000	3,551	,0001	2,51	,71	1,12	3,91
RMS Diafragma (μV)	5,82	,017	1,311	,191	9,00	6,86	-4,52	22,51
RMS Reto Abdominal (μV)	8,66	,004	2,206	,028	21,8	9,87	2,32	41,20
PIM (cm H ₂ O)	,80	,372	-5,786	,0001	-28,4	4,91	-38,14	-18,76
PEM (cm H ₂ O)	,413	,521	-3,805	,0001	-16,8	4,41	-25,50	-8,10
Frequência Cardíaca (bpm)	6,46	,012	-5,583	,0001	-13,4	2,40	-18,10	-8,65
Saturação O ₂ (%)	66,26	,000	-,327	,744	-,46	1,42	-3,26	2,33
CVF (%L)	2,46	,118	-,941	,348	-2,74	2,91	-8,49	3,00
VEF ₁ (%L)	11,17	,001	-3,131	,002	-7,98	2,55	-13,01	-2,96
FEM _{25-75%} (%L/s)	,62	,432	-3,602	,0001	-18,0	5,01	-27,91	-8,17
MELD	80,14	,000	17,796	,0001	11,3	,63	10,05	12,56

IC - Intervalo de confiança, IMC – índice de massa corpórea, RMS- média da raiz quadrática, PIM – pressão inspiratória máxima; PEM – pressão expiratória máxima, CVF – capacidade vital forçada, VEF₁ – volume expiratório forçado no primeiro segundo; FEM_{25-75%} - fluxo expiratório máximo 25-75% da CVF; MELD – model end-stage liver disease

Os dados referentes a estatística descritiva das variáveis contínuas constam da tabela 2 e os dados das variáveis categóricas na tabela 5 e figura 7.

Tabela 2. Médias das variáveis contínuas nos grupos estudados

	GH (n-171)	GNH (n-65)
Idade (anos)*	52,9 ± 8,5	48,3 ± 14,1
Peso (Kg)*	83,73 ± 15,76	78,27 ± 11,10
Altura (cm)*	171 ± 0,05	173 ± 0,65
Índice de Massa Corpórea (Kg/m²)*	28,5 ± 5,3	26,2 ± 3,2
RMS diafragma (µV)	55,63 ± 54,35	46,63 ± 16,12
RMS reto abdominal (µV)*	50,92 ± 78,13	29,16 ± 23,40
PIM (cmH₂O)*	97,09 ± 32,07	125,54 ± 37,50
PEM (cm H₂O)*	108,13 ± 30,62	124,92 ± 29,16
Frequência cardíaca (bpm)*	67,46 ± 13,03	80,83 ± 16,93
Saturação de O₂ (%)	96,89 ± 2,14	97,36 ± 18,02
CVF (%L)	87,21 ± 17,57	89,96 ± 16,62
VEF₁ (%L)*	82,35 ± 16,18	90,33 ± 10,66
FEM_{25-75%} (%L/s)*	81,12 ± 29,79	99,16 ± 30,06

* = $p < 0.05$; GH – grupo hepatopata; GNH – grupo não hepatopata; RMS – média da raiz quadrática; PIM – pressão inspiratória máxima; PEM – pressão expiratória máxima; CVF – capacidade vital forçada; VEF₁ – volume expiratório forçado no primeiro segundo; FEM_{25-75%} – fluxo expiratório máximo entre 25 a 75 % da capacidade vital forçada.

Tabela 3. Verificação de variâncias e aplicação do test-t na amostra estudada com relação a EMGs com amostra para idade inferior 40 anos

	Teste de Levene				teste-t Student			
	F	P.	t	P	Diferença média	Erro padrão de diferença	95% Intervalo de confiança	
							Inferior	Superior
Max Diafragma (μV)	4,798	,030	-2,060	,041	-40,33	19,58	-79,05	-1,61
Max Reto abdominal (μV)	,183	,669	-,252	,802	-7,51	29,85	-66,53	51,51
RMS Diafragma (μV)	3,760	,054	-1,026	,306	-10,39	10,12	-30,39	9,60
RMS Reto Abdominal (μV)	1,653	,200	-1,168	,245	-8,44	7,23	-22,72	5,83

Max – Pico máximo valor, RMS- média da raiz quadrática

Tabela 4. Verificação de variâncias e aplicação do test-t na amostra estudada com relação a EMGs com amostra para idade superior 40 anos

	Teste de Levene				teste-t Student			
	F	P.	t	P	Diferença média	Erro padrão de diferença	95% Intervalo de confiança	
							Inferior	Superior
Max diafragma (μV)	,108	,743	-2,947	,004	-71,79	24,36	-120,40	-23,17
Max reto abdominal (μV)	,139	,710	,294	,769	6,94	23,59	-40,14	54,03
RMS Diafragma (μV)	2,271	,136	-,969	,335	-12,11	12,49	-36,98	12,74
RMS Reto Abdominal (μV)	13,228	,000	-2,187	,032	-49,25	22,51	-94,05	-4,46

Max – Pico máximo valor, RMS- média da raiz quadrática

Estratificando os grupos em idade acima e abaixo de 40 anos e em relação ao pico máximo de contração das variáveis de EMGs, foram observadas nas tabelas 3 e 4.

Tabela 5. Frequência de indivíduos nos grupos das variáveis categóricas

		Ascite*	Tabagismo	Atividade física*	Antecedentes pulmonares
GH –	Sim	63	41	53	11
	Não	108	130	118	160
GNH –	Sim	0	11	42	4
	Não	65	54	23	61

GH – grupo hepatopata; GNH – grupo não hepatopata. * $p < 0,0001$

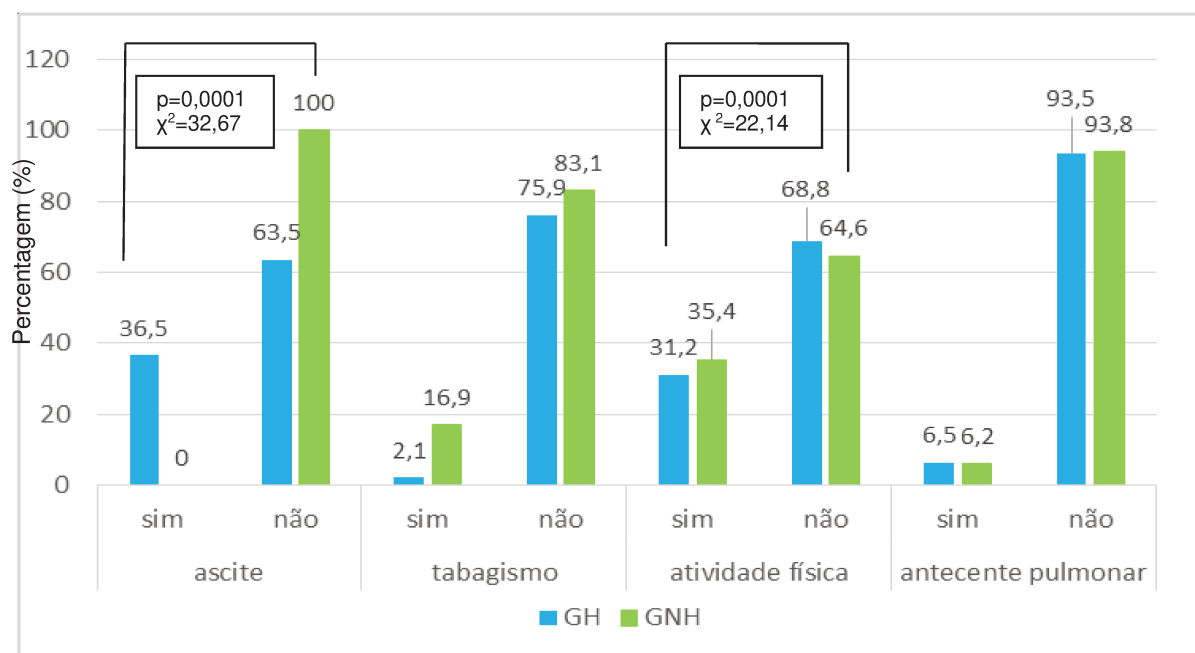


Figura 7. Frequência (percentagem) das variáveis estudadas nos grupos GH – grupo hepatopata e GNH – grupo não hepatopata

No GH o escore MELD médio encontrado foi de $17,31 \pm 5,11$, sendo adotado para o GNH o MELD mínimo de 6.

Ainda no GH, foi pesquisado a mortalidade antes do transplante e quantos pacientes estudados em lista chegavam ao transplante, durante o tempo do estudo.

Assim, dos 171 pacientes estudados, 56 (32,7%) dos pacientes foram submetidos ao transplante no período do estudo com 12,9% de mortalidade em lista de espera.

Foi observado que a atividade muscular no GH apresentou pior desempenho quando se observou a variável RMS do reto abdominal, verificada na Figura 8.

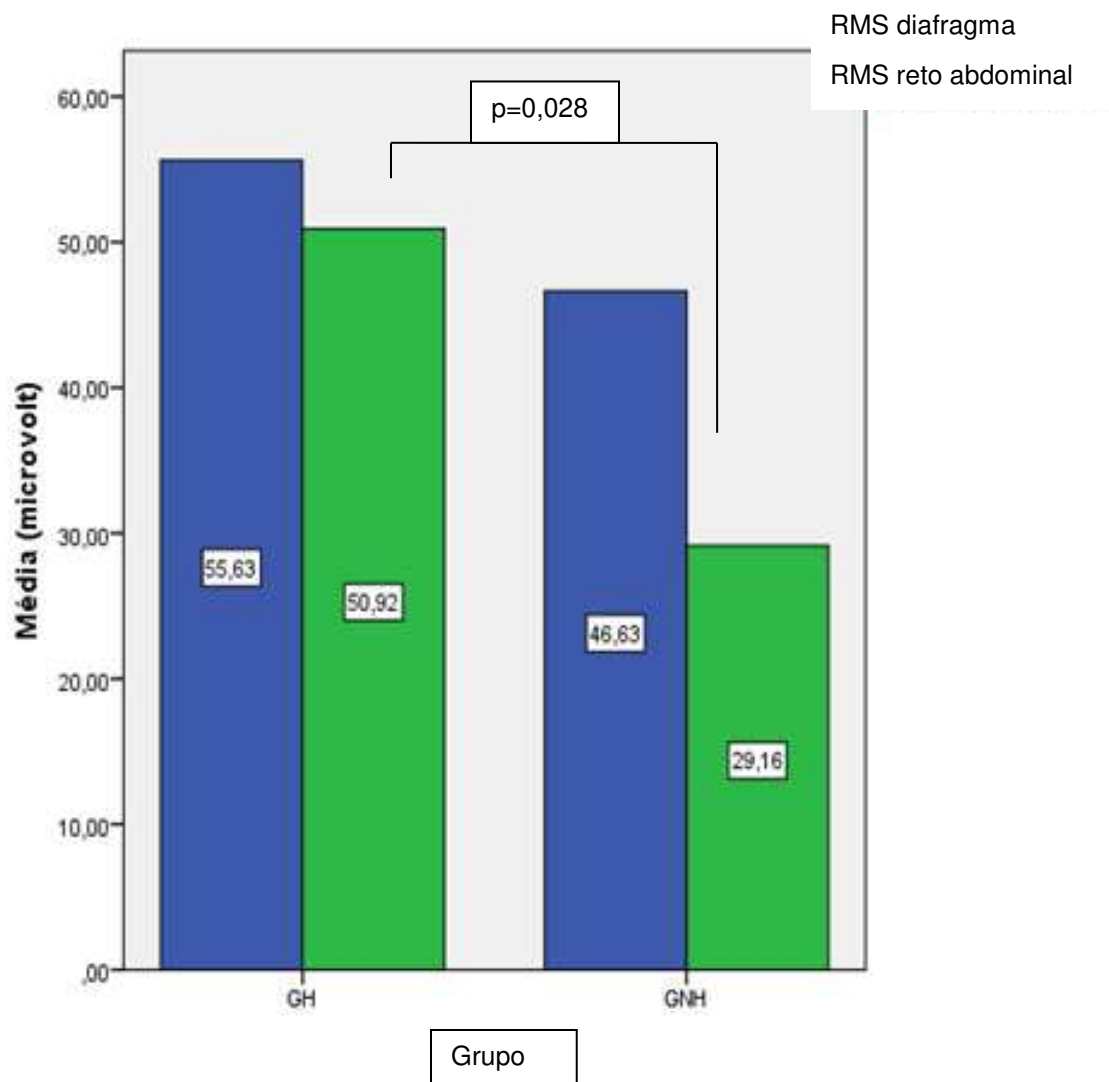


Figura 8. Diferença das médias dos grupos estudados das variáveis da eletromiografia de superfície (RMS = root mean square)

Na figuras 9 e 10, são observadas as comparações das médias dos picos de contração do diafragma e do reto abdominal na EMGs, nos grupos estudados.

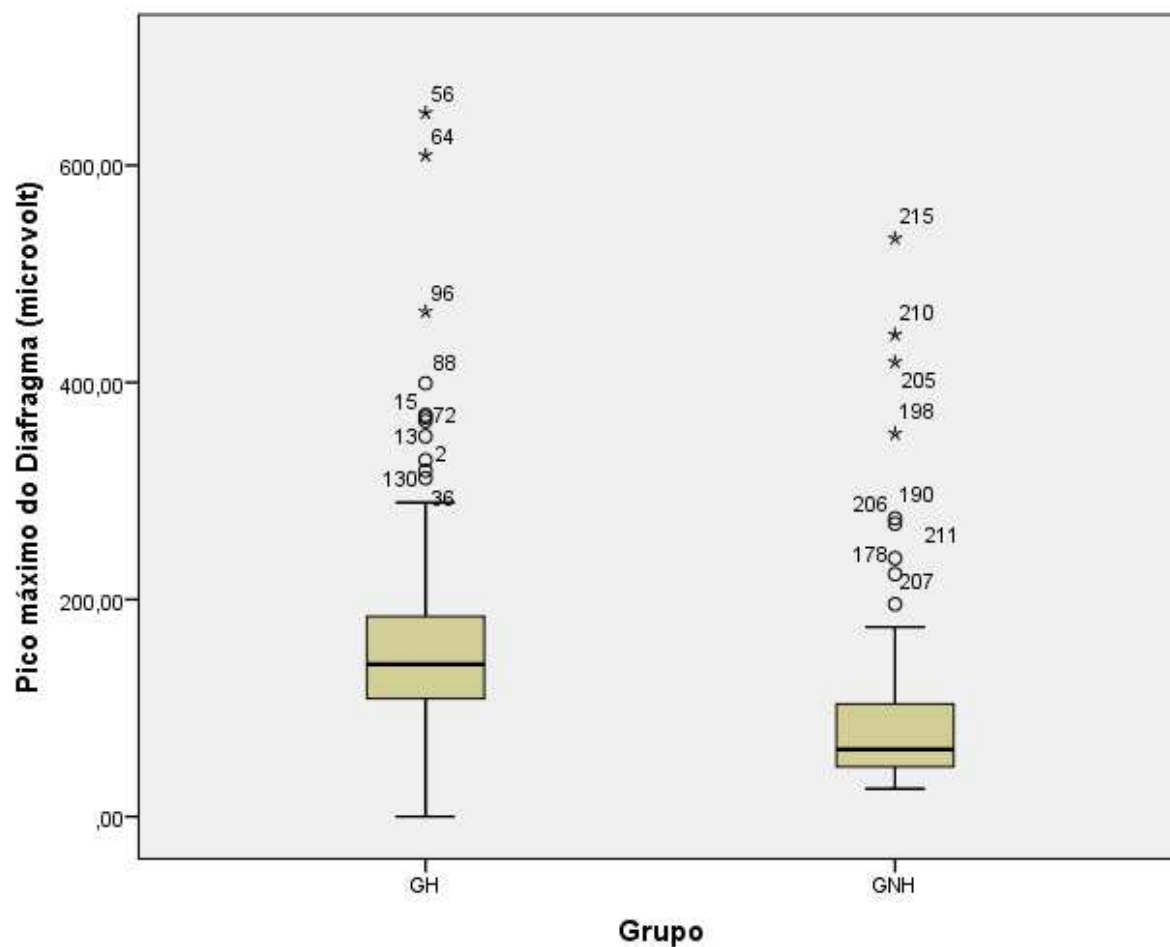


Figura 9. Diferença das médias dos grupos estudados das variáveis da eletromiografia de superfície (pico máximo do músculo diafragma).

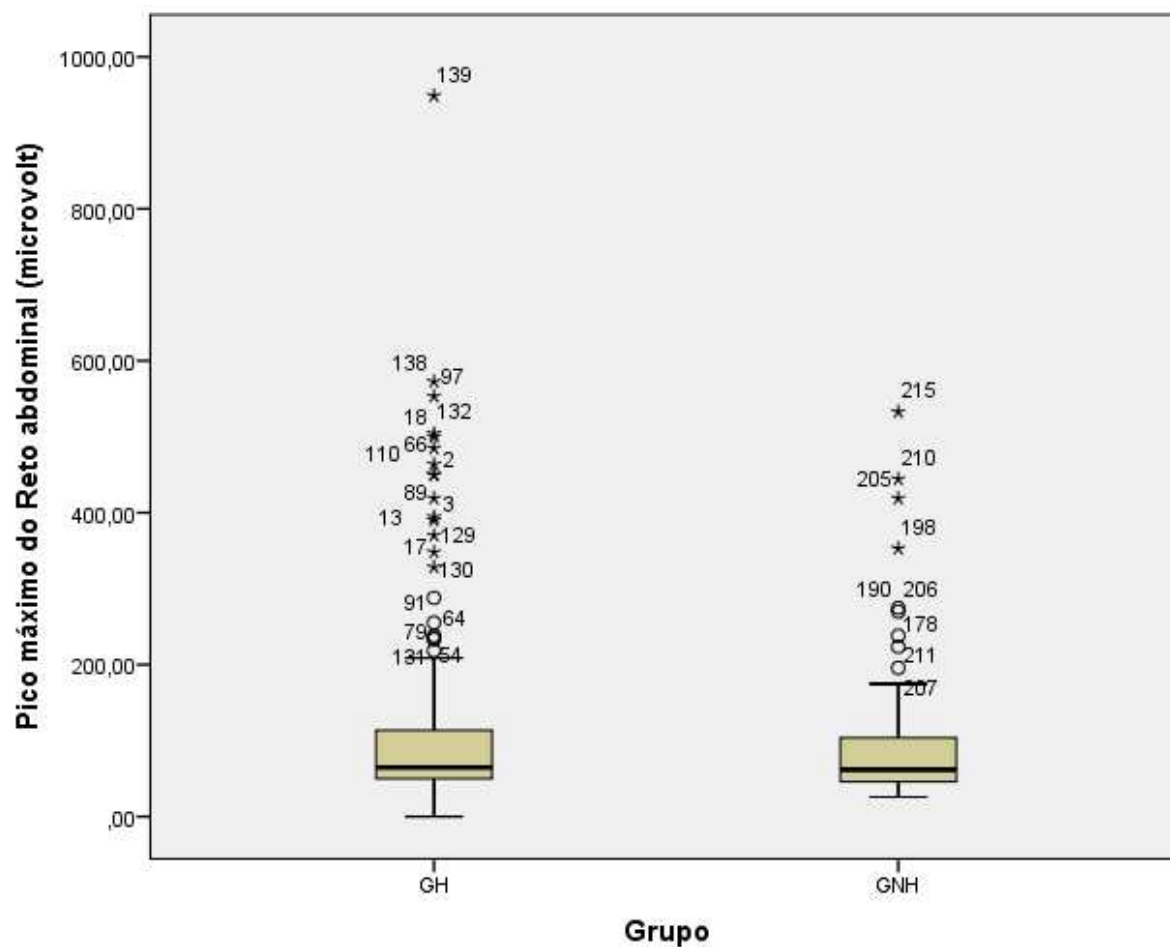


Figura 10. Diferença das médias dos grupos estudados das variáveis da eletromiografia de superfície (pico máximo do músculo reto abdominal)

Tabela 6. Verificação por Mann-Whitney da significância das variáveis respiratórias estudadas no grupo hepatopata em relação a ascite

	RMS diafragma	RMS reto abdominal	IMC	PIM	PEM	FC	Sat. O ₂	CVF	VEF ₁	FEM _{25-75%}
Mann-Whitney	2572,5	3085,0	3304,0	2637,5	2709,5	3229,5	3123,5	2786,5	3055,5	3232,5
Z	-2,66	-1,01	-,31	-2,25	-2,02	-,19	-,55	-1,73	-,853	-,276
P	,008	,310	,754	,024	,044	,853	,585	,083	,394	,783

GH – grupo hepatopata; RMS – média da raiz quadrática (μV); PIM – pressão inspiratória máxima (cm H₂O); PEM – pressão expiratória máxima (cm H₂O); FC – frequência cardíaca (bpm); Sat O₂ – saturação de oxigênio (%); CVF – capacidade vital forçada (%L); VEF₁ – volume expiratório forçado no primeiro segundo (%L); FEM_{25-75%} – fluxo expiratório máximo entre 25 a 75 % da capacidade vital forçada (%L/s).

Na tabela 6 foi observado a diminuição nas pressões máximas (PIM e PEM) e aumento na atividade muscular (RMS diafragma) no grupo hepatopatas com ascite.

Tabela 7. Verificação por Mann-Whitney da significância das variáveis respiratórias estudadas no grupo hepatopata em relação a atividade física

	RMS diafragma	RMS reto abdominal	PIM	PEM	FC	SAT.O ₂	FVC	FEV ₁	FEM _{25-75%}
Mann-Whitney	2805,0	2856,0	2487,5	2987,0	2626,0	2980,0	2724,5	2949,0	2849,0
U									
Z	-1,075	-,905	-1,922	-,191	-1,234	-,012	-1,185	-,424	-,763
P	,282	,365	,055	,849	,217	,990	,236	,672	,446

a. GRUPO = GH

b. Variável de agrupamento: Atividade Física

GH – grupo hepatopata; RMS – média da raiz quadrática (μV); PIM – pressão inspiratória máxima (cm H₂O); PEM – pressão expiratória máxima (cm H₂O); FC – frequência cardíaca (bpm); Sat O₂ – saturação de oxigênio (%); CVF – capacidade vital forçada (%L); VEF₁ – volume expiratório forçado no primeiro segundo (%L); FEM_{25-75%} – fluxo expiratório máximo entre 25 a 75 % da capacidade vital forçada (%L/s).

Na tabela 7 observou-se uma tendência da variável PIM ser menor no grupo hepatopata em relação a atividade física.

Em relação ao desempenho da EMGs, foi observado através da curva ROC (figura 9), que o RMS do reto abdominal se mostrou capaz de detectar um paciente hepatopata (área de 0,63, intervalo de confiança de 95% entre 0,549 e 0,725).

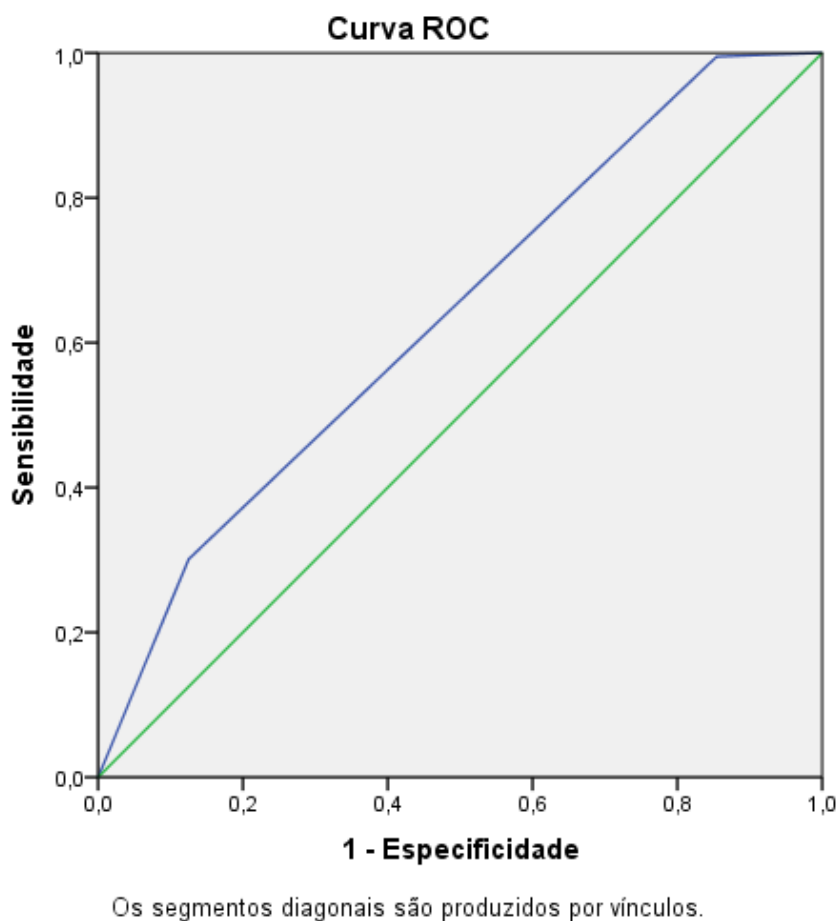


Figura 11. Curva ROC do RMS reto abdominal com área de 0,63, intervalo de confiança de 95% entre 0,549 e 0,725.

DISCUSSÃO

A eletromiografia de superfície é um registro da atividade elétrica muscular como um método diagnóstico e investigativo não invasivo. É de fácil execução e de possibilidade para utilização na reabilitação de recrutamento de unidades motoras ativas que podem estar inativas, por fadiga ou diminuição da atividade das fibras musculares, possivelmente por alteração da amplitude ou espectro da potência da atividade dos músculos superficiais^{32,54}.

Quando o indivíduo estudado possui um déficit ou desequilíbrio entre o aumento da carga sobre os músculos inspiratórios e a diminuição da força e da resistência muscular, ocasionado pelo aumento abdominal (ascite), diminuição do tônus muscular, oxigenação inadequada e mecanismos fisiológicos alterados (síndrome hepatopulmonar, aumento de *shunts*), como ocorre com hepatopatas crônicos, a avaliação precoce pode auxiliar a alteração preventiva e melhorar a função muscular no período pré-operatório nessa população^{24,34,42,64}.

Em um procedimento cirúrgico como o transplante de fígado, com tempo prolongado de ventilação mecânica, adinamia, somado ao quadro de déficit muscular condizente com a patologia, aumenta a probabilidade de complicações respiratórias. Uma anamnese muscular respiratória pré-operatória, pode verificar o perfil dessa população e estudar meios para diminuir ou evitar essas complicações.

Assim, foi proposto uma avaliação respiratória dos pacientes hepatopatas em lista de transplante, de forma a quantificar o déficit respiratório dessa população. Como não haviam comparações na literatura em indivíduos não hepatopatas, ou seja presumivelmente saudáveis e dentro da normalidade, a avaliação foi necessária.

A população estudada de hepatopatas se mostrou com idade superior que a de indivíduos não hepatopatas, mesmo com a tendência a aproximação, pela característica de normalidade e pela característica dos pacientes do Ambulatório de Transplantes da Universidade Estadual de Campinas.

Houve também, uma diferença entre as populações estudadas (GH e GNH), em relação ao peso e IMC que no início não se mostrou significativa⁶⁵, mas após o aumento do número de pacientes com hepatopatia crônica, mostrou-se significativa^{66,67}.

A manutenção do peso é importante para o tratamento da hepatite viral e comorbidades associadas ao peso, como descrevem LEE et al, 2011¹³ e com complicações como anemia como descrito na revisão de 2011 de RAUFF et al³⁶, mesmo que uma característica do hepatopata seja a presença de ascite^{24,25,19} esta foi detectada em 36,5% dos pacientes com hepatopatia no presente estudo.

A ascite influenciou no perfil respiratório destes pacientes, verificado principalmente na diminuição de força inspiratória e expiratória e aumento na atividade muscular dos pacientes hepatopatas (RMS diafragma $p=0,008$; PIM $p=0,024$ e PEM $p=0,044$), descritos a seguir.

Com relação a eletromiografia de superfície dos músculos respiratórios, foi verificada um aumento na atividade muscular no GH em relação a musculatura reto abdominal. No perfil do hepatopata⁶⁶ essa diferença se acentuou no RMS do diafragma. Essa diferença se acentua ainda mais, podendo através da curva ROC, definir-se o RMS abdominal como capaz de detectar um paciente hepatopata (área 0,63, intervalo de confiança 95% entre 0,549 e 0,725)⁶⁷.

Isso ocorre pela necessidade de maior força de contração e necessidade de aumento da atividade muscular pelo déficit causado pela hepatopatia, fazendo com que a raiz quadrática aumente comparativamente entre os grupos estudados e não sendo significativamente diferente quando se separa a inspiração e a expiração (picos máximos do diafragma e do reto abdominal), quando estudados separadamente..

Quando estratificados por idade acima e abaixo de 40 anos e comparados as médias dos picos de contração do diafragma e do reto abdominal na EMGs, verificou-se que houve uma diferença estatística do músculo diafragma na população mais jovem e do músculo reto abdominal na população mais velha nos grupos estudados, sendo possível essa diferença pela diferença de musculatura estriada superficial em pacientes cirróticos em fase de envelhecimento⁴.

Com os resultados desta pesquisa, a possível realização de uma estimulação nesses músculos seria uma alternativa para evitar complicações respiratórias visto que uma melhor contração muscular faria um esforço menor e uma efetividade maior desses músculos. Alguns estudos mostram que a estimulação muscular pode ser verificada em alguns trabalhos em resposta da avaliação por eletromiografia de superfície, podendo auxiliar na recuperação muscular e na melhora da adinamia causada pela doença hepática e pela incisão pós-operatória^{41,51,59,60}.

A doença hepática também está relacionada a diminuição da força muscular que pode ser observada nas medidas de PIM e PEM. A comparação entre os grupos estudados demonstrou uma diferença estatística ($p < 0,0001$), confirmando a hipótese de déficit muscular na população de hepatopatas, como afirma SHIROUZU et al (2006)¹¹.

Com relação à espirometria, nos parâmetros de CVF, VEF₁ e FEM_{25-75%} foi observado uma diminuição dos fluxos e volumes pulmonares dos pacientes com hepatopatia crônica, sendo esta diferença estatística da normalidade em VEF₁ e em FEM_{25-75%}, causada provavelmente pela restrição pulmonar crônica, devido ao líquido livre abdominal, diminuição da massa muscular e da força inspiratória e expiratória causadas pela própria doença hepática ^{9,19,20,21,22}.

Outro dado comumente observado nos pacientes com doença hepática crônica é a hipoxemia podendo esta um preditivo de mau prognóstico no pós-operatório. A saturação de oxigênio (SatO₂) somente não prediz a síndrome hepatopulmonar, mas é usada para evidenciar a mesma. A oximetria de pulso é uma forma não invasiva de obtenção deste dado, sendo que o valor abaixo de 92% de SatO₂ pode aumentar a gama de exames para diagnóstico dessa síndrome. Como o critério clínico é de observação e não é totalmente claro, deve-se realizar uma triagem mais complexa. Nesse estudo, a média obtida de SatO₂ foi de 96,89 ± 2,14%, significando que na população estudada, a evidência de síndrome hepatopulmonar seria baixa, não preenchendo o critério diagnóstico para maiores investigações.

BOZBAS et al (2011)¹² demonstraram que a avaliação de candidatos a transplantes de fígado, incluindo a espirometria, radiografia pulmonar e ecorcardiografia, podem demonstrar uma incidência maior de complicações pós-operatórias. Uma das anormalidades encontradas nesse estudo foi a elevação da cúpula diafragmática direita em 53,2% dos estudados. Por essa razão o presente trabalho definiu a cúpula diafragma direita como um dos músculos a ser estudado

por ser o diafragma um músculo estriado que pode indicar fraqueza ou mesmo fadiga, em respirações não adequadas.

Assim, o aumento da amplitude na eletromiografia de superfície pode indicar fadiga muscular^{43,46,53,56,61}. Para tanto, o uso do RMS, que é o cálculo da raiz quadrática da potência média do sinal, pode identificar as mudanças rápidas da atividade muscular de curta duração. Ainda observa-se, que as pequenas mudanças de deficiências musculares em conjunto com os outros métodos, demonstram indivíduos presumidamente saudáveis com atividade mais completa e sem o esforço, comparativamente, com a população com doença hepática. Assim, há necessidade de maior esforço para vencer uma mesma resistência, isto é, a contração diafragmática. Essa musculatura terá que produzir um maior potencial de ação, diferentemente da fadiga que terá uma redução drástica da condução elétrica no músculo⁴⁵.

BOE et al (2008)⁵⁷ consideram que, em músculos com doença neuromuscular, a força linear e a amplitude do RMS se realacionam, indicando a aplicabilidade do método para mensurar a força muscular.

Ainda MARATEB et al (2011)⁵⁸ consideram que a decomposição dos sinais de EMG são preditivos de detecção de níveis baixos de força, sendo a eletromiografia uma metodologia para avaliar a condição de força de contração muscular e não só de condução nervosa.

Outros autores^{32,44,55} observaram que a frequência mediana, que é a união dos fatores, tais como a taxa de disparo das unidades motoras, tempo relativo ao disparo dos potenciais de ação das diferentes unidades motoras e a forma desses potenciais de ação; sendo a melhor para ser utilizada para EMGs. Como o sinal

obtido é aleatório, a transformação desse sinal na raiz quadrática, se tornou mais fiel ao que fosse ser observado e estudado.

Alguns fatores poderiam influenciar os sinais ou se manifestarem como mais sensíveis para demonstrar fatores intrínsecos, como por exemplo, tipo de fibra muscular, profundidade, quantidade de tecido entre o eletrodo e o músculo. Por isso, houve a necessidade de uma padronização dos eletrodos utilizados, bem como, o melhor local para a obtenção dos dados e a forma de observação/observador^{35,36,40,44,57}.

Para obter uma padronização foram utilizados eletrodos da mesma marca, seguindo os critérios de Dionne et al³².

A eleição, neste estudo, foi usar eletrodos passivos, pois não havia intenção de estimulação.

Outro viés científico seria a posição dos pacientes, pois seria o maior ou menor o esforço da respiração dado o decúbito utilizado. Assim foi optado pela elevação de 45 graus e decúbito dorsal^{24,57}, não sendo talvez a melhor posição para os pacientes em presença de ascite. As respirações realizadas não poderiam ser com esforço, durante 10 segundos, mas a cada 3s foi solicitado uma respiração mais pronunciada. Esse momento foi definido no janelamento e foi verificado que todos os pacientes conseguiram o proposto.

Assim, com a eletromiografia de superfície foi possível determinar a atividade muscular dos músculos que atuam na respiração, tornando-os possíveis de serem analisados não invasivamente. Outros dados diagnósticos como a espirometria, a oximetria de pulso e a manovacuometria, puderam estabelecer um perfil do paciente

hepatopata em lista de transplante de fígado e compará-lo, usando-se a EMGs, com a população de indivíduos não hepatopatas.

A EMGs é um método não invasivo e de fácil acesso para a avaliação de déficits musculares^{42,43} em pacientes com doença hepática em lista de transplante de fígado.

Neste estudo, o GH demonstrou um RMS do reto abdominal maior que o grupo GNH ($p=0,028$). Isso possivelmente ocorreu pela adinamia e fatores da doença hepática como a sarcopenia¹ e perda de massa muscular⁶⁷, desnutrição^{1,2} e descondicionamento físico⁶⁸ devido principalmente, a diminuição de atividade de vida diária. Esses fatores influenciam na perda de atividade muscular detectada na EMGs, necessitando de um esforço maior para vencer a mesma resistência comparado a um indivíduo sem doença crônica hepática⁶⁶.

Quando foram isolados os pacientes do GH com ascite também foi verificado o aumento do RMS do diafragma, além de alterações nas outras variáveis respiratórias como força inspiratória e expiratória diminuídas. Como na literatura estudada não havia menção a RMS dos músculos respiratórios que foram estudados, demonstrando originalidade do trabalho em si, foi suposto que esse aumento deveu-se principalmente a diminuição da complacência pulmonar devido ao aumento abdominal influenciando diretamente na diminuição de volumes e fluxos respiratórios (encontrado também no estudo), bem como a necessidade de compensação da atividade muscular para vencer o esforço da inspiração nessa população.

Possivelmente por ser o diafragma o principal músculo da inspiração, de superfície plana³⁰, a ascite seria um esforço a ser vencido. Esta seria uma

explicação viável ao aumento da RMS do diafragma em cirróticos em presença de ascite.

Verificando-se os volumes e fluxos pulmonares entre os grupos estudados através da espirometria, foi observado que o GH demonstrou uma diminuição das variáveis VEF₁ e FEM_{25-75%} ($p=0,002$ e $0,0001$ respectivamente), devido a condição pulmonar dos indivíduos do GH, como já descrito em vários estudos^{18-22,70}.

O déficit muscular e nutricional do paciente com cirrose, diminuindo o aporte e estocagem de glicogênio e glicogenólise alterados, influencia diretamente na força muscular⁷¹, diminuindo PIM e PEM, como também observado nesse estudo e também quando comparados com estudos de manovacuometria em indivíduos saudáveis de valores previstos para a população brasileira⁴⁸.

Nas variáveis categóricas foi observado uma diferença nos parâmetros ascite e atividade física entre grupos. Isto foi observado nos grupos estudados, pois o GNH não teve presença de ascite e eram fisicamente mais ativos.

Entretanto, o GH estudado isoladamente, mostrou que os indivíduos que mantinham o hábito de realizar exercícios físicos rotineiramente tiveram uma tendência a aumentar a pressão inspiratória máxima ($p=0,055$).

Diante do exposto com a realização desse trabalho, pode-se visualizar um perfil respiratório de pacientes hepatopatas candidatos ao transplante de fígado através de métodos simples e não invasivos, visando favorecer uma estratégia de verificar alterações respiratórias, bem como de promover um protocolo de tratamento preventivo muscular respiratório para essa população.

CONCLUSÃO

A EMGs, juntamente com dados do perfil respiratório (manovacuometria, espirometria e oximetria de pulso), mostrou que os pacientes hepatopatas em lista de espera possuem um déficit muscular respiratório, que pode levar a complicações pulmonares no pós-operatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DASARATHY S Consilience in sarcopenia of cirrhosis J Cachexia Sarcopenia Muscle 2012; 3: 225-237
2. MONTANO-LOZA AJ, MEZA-JUNCO J, PRADO AMM, LIEFFERS JR, BARACOS VE, BAIN VG et al Muscle wasting is associated with mortality in patients with cirrhosis Clin Gastroenterol Hepatol 2012, 10: 166-173
3. ENGLESBE MJ, PATEL SP, HE K, LYNCH RJ, SCHAUBEL DE, HARBAUGH C et al. Sarcopenia and mortality after liver transplantation. J. Am. Coll Surg 2010; 211: 271'-278
4. KAIDO T, OGAWA K, FUJIMOTO Y, OGURA Y, HATA K, ITO T et al. Impact of sarcopenia on survival in patients undergoing living donor liver transplantation. Am J Transplant 2013; 13: 1549-1556
5. RUNYON BA. Care of patients with ascites. N Engl J Med 1994;330:337-42
6. JAFFE DL, CHUNG RT, FRIEDMAN LS. Management of portal hypertension and its complications. Med Clin North Am 1996; 80:1021-34
7. FOROUZANDEH B, KONICEK F, SHEAGREN JN. Large-volume paracentesis in the treatment of cirrhotic patients with refractory ascites. The role of postparacentesis plasma volume expansion. J Clin Gastroenterol 1996; 22:207-10
8. RODRÍGUEZ-ROISIN R, AGUSTÍ AGN, ROCA J. The hepatopulmonary syndrome: new name, old complexities. Thorax 1992; 47:897-902
9. YAO EH, KONG BC, HSUE GL, ZHOU AC, WANG GH. Pulmonary function changes in cirrhosis of the liver. Am J Gastroenterol 1987; 82:352-4.

10. MARTIN AD, DAVENPORT PD, FRANCESCHI AC et al Use of inspiratory muscle strength training to facilitate ventilator weaning. A series of 10 consecutive patients. *Chest* 2002; 122: 192-196
11. SHIROUZU Y, KASAHARA M, TAKADA Y, TAIRA K, SAKAMOTO S, URUYUHARA K et al Development of pulmonary hypertension in 5 patients after pediatric living donor liver transplantation? De novo or secondary. *Liver Transpl* 2006; 12(5):870-875
12. BOZBAS SS, YILMAZ EB, DOGRUL L, ERQUR FO, SAVAS N, EYUBOGLU F et al. Preoperative pulmonary evaluation of liver transplant candidates: results from 341 adult patients. *Ann Transpl* 2011; 15(3): 88-96
13. LEE IC, HUANG YH, CHAN CC, HUO TI, CHU CJ, LAI CR et al Impact of body mass index and viral load on liver histology in hepatitis B and antigen-negative chronic hepatitis B. *Clin Nutr* 2011; 30(5): 647-652
14. RODRÍGUEZ-ROISIN R, ROCA J, AGUSTÍ AGN, MASTAI R, WAGNER PD, BOSH J. Gas exchange and pulmonary reactivity in patients with liver cirrhosis. *Am Rev Respir Dis* 1987;135:1085-92
15. EDELL ES, CORTESE DA, KROWKA MJ, REHDER K. Severe hypoxemia and liver disease. *Am Rev Respir Dis* 1989;140:1631-5
16. MÉLOT C, NAEIJE R, DECHAMPS P, HALLEMANS R, LEJEUNE P. Pulmonary and extrapulmonary contributors to hypoxemia in liver cirrhosis. *Am Rev Respir Dis* 1989;139:632-40
17. KAO CH, HUANG CK, TSAI SC, WANG SJ, CHEN GH. Evaluation of lung ventilation and permeability in cirrhosis. *J Nucl Med* 1996; 37:437-41

- 18.KING PD, RUMBAUT R, SANCHEZ C. Pulmonary manifestations of chronic liver disease. Dig Dis 1996; 14:73-82
- 19.BERKOWITZ KA, BUTENSKY MS, SMITH RL. Pulmonary function changes after large volume paracentesis. Am J Gastroenterol 1993; 88:905-7
- 20.NAGRAL A, KOLHATKAR VP, BHATIA SJ, TASKAR VS, ABRAHAM P. Pulmonary function tests in cirrhotic and non cirrhotic portal hypertension. Indian J Gastroenterol 1993; 12:36:40
- 21.ANGUEIRA CE, KADAKIA S. Effects of large-volume paracentesis on pulmonary function in patients with tense cirrhotic ascites. Hepatology 1994; 20:825-8
- 22.BYRD RP, ROY TM, SIMONS M. Improvement in oxygenation after volume paracentesis. South Med J 1996; 89:689-92
- 23.CHANG SC, CHANG HI, CHEN FJ, SHIAO GM, WANG SS, LEE SD. Therapeutic effects of diuretics and paracentesis on lung function in patients with non-alcoholic cirrhosis and tense ascites. J Hepatol 1997; 26: 833-8
- 24.VELAMATI, PG; HERLONG, HF Treatment of refractory ascites Liver Disease 2006; 9:530-537/
- 25.YAO EH, KONG BC, HSUE GL, ZHOU AC, WANG GH. Pulmonary function changes in cirrhosis of the liver. Am J Gastroenterol 1987; 82:352-4.
- 26.GALANT LH, FORGIARINI JUNIOR LA, DIAS AS. The aerobic capacity and muscle strength are correlated in candidates for liver transplantation. Arq Gastroenterol 2011; 48(1) 86-88

- 27.AUGUSTO V S, CASTRO E SILVA O, SOUZA M E J, SANKARANKUTTY A K
Evaluation of the respiratory muscle strenght of cirrhotic patients: relationship
with child-turcotte-pugh scoring system Transplant Proc 2008, 40:774-776
- 28.GALANT L H, FERRARI R, FORGIARINI L A, MONTEIRO M B, MARRONI C
A, DIAS A S Relationship between MELD severity score and the distance
walked and respiratory muscle strength in candidates for liver transplantation
Transplant Proc 2010, 42: 1729-1730
- 29.ROIG M, ENG JJ, MACINTYRE DL, ROAD JD, REID WD Deficits in muscle
strength, mass, quality, and mobility in people with chronic obstructive
pulmonar disease. J Cardiopulm Rehabil Prev 2011, 31(2): 120-124
- 30.RATNOVSKY A, ELAD D, HALPERN P. Mechanics of respiratory muscles.
Respir Physiol Neurobiol. 2008; 163: 82-89
- 31.BASMAJIAN JV, DE LUCA CJ. Muscle alive: their functions revealed by
electromyography. 5 th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985, pp
- 32.DIONNE A, PARKES A, ENGLER B, WATSON BV, NICOLLE MW.
Determination of the best electrode position for recording of the diaphragm
compound muscle action potential Muscle & Nerve 2009; 40: 37-41
- 33.BIJKER KE, GROOT G, HOLLANDER AP. Differences in leg muscle activity
during running and cycling in humans Eur J Appl Physiol 2002; 87(6): 556-561.
- 34.MARTIN AD, DAVENPORT PD, FRANCESCHI AC, HARMAN E. Use of
inspiratory muscle strength training to facilitate ventilator weaning. A series of
10 consecutive patients. Chest 2002; 122: 192-196

35. CARUSO P, DENARI SD, RUIZ SA, BERNAL KG, MANFRIN GM et al. Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinics* 2005; 60(6): 479-484
36. RAUFF B, IDRESS M, SHAH SA, BUTT S, BUTT AM, ALI L et al. Hepatitis associated aplastic anemia: a review. *Virol J* 2011; 28: 8-27
37. FIALLO RA, ANZORANDIA CS, HERRERA EM. Desarrollo histórico y fundamentos teóricos de la electromiografía como medio diagnóstico. *Rev Cub Med Mil* 2006; 35 (4):80-83
38. FARINA D, MERLETTI R, ENOKA RM. The extraction of neural strategies from the surface EMG. *J Appl Physiol* 2004; 96: 1486–1495.
39. WAKELING JM, ROZITIS AI. Spectral properties of myoelectric from different motor units in the leg extensor muscles. *J Exp Biol* 2004; 207: 2519-2528.
40. HERMENS HJ, FRERIKS B. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol* 2000; 10 (5): 361-374
41. GONZÁLEZ ROIG JL, LASONCEL HERRERA R. El laboratorio de electromiografía en un centro de rehabilitación. *Rev Cubana Ortop Traumatol.* 1996; 10 (1): 10-10.
42. WAKELING JM, KAYA M, TEMPLE GK, JOHNSTON IA, HERZOG W. Determining pattern of motor recruitment during locomotion. *J Exp Biol* 2002; 250: 359-369.
43. CLARCK BC, MANINI TM, THÉ DJ, DOLDO NA, SNYDER LLP. Gender differences in skeletal muscle fatigability are related to contraction type and emg spectral compression. *J Appl Physiol* 2003; 94: 2263-2272.

44. HAUSSWIRTH C, BRISSWALTER J, VALLIER JM, SMITH D, LEPERS R. Evolution of electromyographic signal, running economy and perceived exertion during different prolonged exercises. Intern J Sports Med Stuttgart 2000, 21: 429-436.
45. SODERBERG GL, KNUTSON LM. A guide for use and interpretation of kinesiological electromyographic data. Phys Therapy 2000; 80 (5): 485-498.
46. VOLLESTAD NK. Measurement of human muscle fatigue. J Neurosc Methods 1997, 74 (2): 219-227.
47. STEVEN LW. Electromyographic biofeedback applications to stroke patients: a critical review. Phys Ther 1982, 63(9): 1448-1459.
48. NEDER JA, ANDREONI S, LERARIO MC, NERY LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. Bras J Med Bio Res. 1999; 32(6): 719-727
49. VELAMATI PG, HERLONG HF. Treatment of refractory ascites. Curr Treat Options Gastroenterol 2006; 9(6): 530-537
50. MARTIN AD, DAVENPORT PD, FRANCESCHI AC, HARMAN E. Use of inspiratory muscle strength training to facilitate ventilator weaning* A series of 10 consecutive patients. Chest 2002; 122:192-196.
51. CONTRERAS I, ESCOBAR R, NECOCHEA MC, CASTRO S, SÁNCHEZ I. Tres casos de parálisis diafrágica: Utilidad del estudio electromiográfico. Rev Chil Pediatr 2004, 75 (1): 48-54.
52. DE LUCCA CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. J Appl Biomech 1997; 13: 135-163

53. LINDSTROM L, KADEFORS R, PETERSON I. An electromyography index for localized muscle fatigue. *J Appl Physiol* 1977; 43: 750-754
54. MARRAS W. Industrial electromyography (EMG). *Int J Ergon* 1990; 6: 89-74
55. PETROFSKY JS, GLASER RM, PHILLIPS CA, LIND AR, WILLIAMS CI. Evaluation of amplitude and frequency components of surface EMG as an index of muscle fatigue. *Ergonomics* 1982; 25: 213-223
56. AL-MULLA MR, SEPULVEDA F, COLLEY M. A review of non-invasive techniques to detect and predict localized muscle fatigue. *Sensors* 2011; 11: 3545-3594
57. BOE SG, RICE CL, DOHERTY TJ. Estimating contraction level using root mean square amplitude in control subjects and patients with neuromuscular disorders. *Arch Phys Med Rehabil* 2008, 89: 711-717
58. MARATEB HR, MUCELI S, MCGILL KC, MERLETTI R, FARINA D. Robust decomposition of single-channel intramuscular EMG signals at low force levels. *J Neural Eng* 2011, 8: 1-13
59. GOLDWASSER, R.; FARIAS, A.; FREITAS, E.E.; SADDY, F.; AMADO, V.; OKAMOTO, V. Desmame e interrupção da ventilação mecânica. *J Bras Pneumol* 2007, 33 Suppl. 2: 128-136.
60. GOLDWASSER, R.S.; DAVID, C.M. Desmame da ventilação mecânica: promova uma estratégia. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007, 19 (1): 107-112.
61. SILVA, S.R.D.; FRAGA, C.H.W.; GONÇALVES, M. Efeito da fadiga muscular na biomecânica da corrida uma: uma revisão. *Motriz Rio Claro* 2007, 13 (3): 225-235.

62. CDC home - (<http://www.cdc.gov/niosh/npptl/topics/respirators>) acessado em 10.08.2009
63. ALMEIDA, JP; BERTUCCI, NR; LIMA, VP. Variações da pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima a partir da capacidade pulmonar total e volume residual em indivíduos normais. O mundo da Saúde São Paulo 2008, 32(2): 176-182
64. KACHAAMY T, BAJAJ JS, HEUMAN DM Muscle and mortality in cirrhosis Clin Gastroenterol Hepatol 2012, 10(2): 100-102
65. OLIVEIRA DA SILVA AM, MATURI S, BOIN IFSF Comparison of electromyography in respiratory muscles of healthy and liver disease patients: preliminary studies. Trans Proceed 2011, 43:1325-1326
66. DA SILVA AMO, CLIQUET JR A, BOIN IFSF Profile of respiratory evaluation through surface electromyography, manovacuometry and espirometry in candidates on the liver transplant waiting list. Trans Proceed 2012, 44: 2403-2405
67. OLIVEIRA DA SILVA AM, DOS SANTOS DC, LIMONGI V, CLIQUET JR A, BOIN IFSF Surface electromyography for respiratory assessment of liver transplant candidates, healthy subjects and after Chevron post-operative incision. Trans Proceed 2014 (no prelo)
68. TANDON P, NEY M, IRWIN I, MA MM, GRAMLICH L, BAIN VG et al. Severe muscle depletion in patients on the liver transplant wait list: its prevalence and independent prognostic value. Liver Transpl 2012 18: 1209-1216

69. LEMYZE M, DHARANCY S, WALLAERT B. Response to exercise in patients with cirrhosis: implications for liver transplantation. *Dig Liver Dis* 2013, 45: 362-366
70. ISCAR M, MONTOLIU MA, ORTEGA T, RODRIGUEZ B, RODRIGUEZ M, GLEZ-PINTO I et al. Functional capacity before and after liver transplantation. *Trans proceed*, 2009, 41: 1014-1015
71. HAYASHI F, MATSUMOTO Y, MOMOKI C, YUIKAWA M, OKADA G, HAMAKAWA E. Physical inactivity and insufficient dietary intake are associated with the frequency of sarcopenia in patients with compensated viral liver cirrhosis. *Hepatol Res* 2013, 43(12): 1264-1275
72. Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles - SENIAM (<http://www.seniam.org/>, acessado dia 16.06.2014)

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de avaliação

Nome: _____ HC: _____

Idade: _____

Peso: _____ altura: _____ IMC: _____

Antecedentes pessoais: _____

Tabagismo: sim () não () Atividade Física: sim () não ()

Antecedentes pulmonares: sim () não () quais? _____

Ascite: sim () não ()

MELD: _____

Testes: _____

PIM: _____ PEM: _____

Oximetria: FC: _____ saturação de O₂: _____

EMGs: RMS diafragma: _____

RMS reto abdominal: _____

Espirometria:FCV: _____

VEF₁: _____

FEM_{25-75%}: _____

Anexo 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que visa avaliar a função respiratória de pessoas com doença hepática, pós-operatório de cirurgia no abdome e comparação com os músculos de pessoas saudáveis.

JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Todo indivíduo tem a respiração realizada por uma série de músculos que podem sofrer alterações com um problema de fígado por causa da ascite ou após uma cirurgia. Assim o estudo desses músculos pode favorecer o tratamento prévio, bem como o treinamento desses músculos.

Sendo assim, você será submetido a uma pesquisa científica e objetiva para verificar os efeitos dos músculos respiratórios com pessoas com ascite e com pessoas após cirurgia e comparar os efeitos desses problemas nesses músculos.

Dentre os procedimentos, você será submetido a uma avaliação clínica e diagnóstica, que constará de uma avaliação física e alguns testes. Os testes são de força da respiração com um aparelho de nome manuvacuômetro e um teste de verificação de como o músculo funciona através de um aparelho de eletromiografia de superfície.

BENEFÍCIOS ESPERADOS

Os benefícios que podem ser esperados são para o tratamento futuro das pessoas acometidas por esses problemas para o treinamento respiratório evitando complicações futuras e melhorando potencialmente a qualidade de vida desses doentes.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS IMPORTANTES

- 1 – Você tem a garantia de receber qualquer informação adicional ou esclarecimentos que julgarem necessários, a qualquer tempo do estudo;
- 2 – A sua recusa em participar do estudo não lhe trará qualquer prejuízo relacionados aos outros tipos de tratamento;
- 3 – Você estará livre para deixar o estudo a qualquer momento, mesmo que você tenha consentido em participar legalmente do mesmo inicialmente;
- 4 – As informações obtidas pelo estudo serão estritamente confidenciais, estando garantidos o seu anonimato e a privacidade na apresentação ou divulgação dos resultados;
- 5 – Não haverá compensações financeiras, nem também qualquer tipo de custo adicional para você, sendo sua participação neste estudo absolutamente livre e voluntária.

Ao assinar este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, em duas vias de igual teor, você declara que leu, compreendeu, tirou suas dúvidas e concordou com a pesquisa.

Campinas, ____ de _____ de 200__

Entrevistado

Nome: _____

RG: _____

Assinatura: _____

Responsável pela pesquisa

Nome: _____

RG: _____

Assinatura: _____

Responsáveis pela pesquisa:

Áurea Maria Oliveira da Silva

(19) 35218579 / amos@unicamp.br

Profa Dra Ilka de Fátima Santana Ferreira Boin

(19) 35218580

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – FCM/Unicamp

(19) 35218936 / cep@fcm.unicamp.br

Anexo 3. Parecer CEP



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP, 16/11/09.
(Grupo III)

PARECER CEP: Nº 922/2009 (Este nº deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 0715.0.146.000-09

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “COMPARAÇÃO DA ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE EM MÚSCULOS RESPIRATÓRIOS EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS, HEPATOPATAS E INDIVÍDUOS EM PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA ABDOMINAL COM INCISÃO DE CHEVRON”.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Áurea Maria Oliveira da Silva.

INSTITUIÇÃO: Gastrocentro/UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 08/10/2009

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 16/11/10 (O formulário encontra-se no *site* acima)

II - OBJETIVOS

Estudar diferenças entre os grupos estudados da atividade muscular dos músculos respiratórios através dos exames eletromiografia de superfície, pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima.

III - SUMÁRIO

Trata-se de estudo clínico, prospectivo, envolvendo 40 indivíduos do gênero masculino, entre 18 e 55 anos, de três grupos: sadios, hepatopatas crônicos e em pós-operatório de cirurgia do andar superior do abdômen com ou sem ventilação mecânica. Os sujeitos sadios serão voluntários dentre alunos, servidores ou docentes da UNICAMP. Haverá dois grupos de pacientes em pós-operatório, um abrangendo pacientes em ventilação mecânica e outro abrangendo pacientes fora da ventilação mecânica. Serão estudados parâmetros de ventilação e expansão pulmonar, bem como será realizada uma eletromiografia de superfície.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Após respostas às pendências, o projeto encontra-se adequadamente redigido e de acordo com a Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13083-887 Campinas – SP

fone (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br



restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

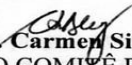
O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VII- DATA DA REUNIÃO

Homologado na X Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 27 de outubro de 2009.


Prof. Dra. Carmen Silvia Bertuzzo

VICE PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM/UNICAMP

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13083-887 Campinas – SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br

Anexo 4. Características Técnicas do EMGs

EMG System DO BRASIL.

1. INTRODUÇÃO

Características Técnicas do Sistema EMG System do Brasil : Modelo EMG-800C

- ☐ Placa de conversão Analógico / Digital de 16 bits de resolução;
- ☐ Amplificador de EMG com , ganho de amplificação total de 2000 vezes

Filtro passa-banda de 20 a 500 Hz

- ☐ Eletrodos bipolar Ativos de superfície, com pré-amplificação de ganho 20 vezes, cabo blindado e clipe de pressão na extremidade, Rejeição de modo Comum >100 dB
- ☐ Software de coleta e análise de sinais com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal. plataforma Windows,

- módulo de rejeição comum = > 100 dB
- ganhos dos pré-amplificadores (cabos) = ganho 20 (com amplificador diferencial)
- ganho de cada canal = ganho 100 vezes (configuráveis)
- impedância do sistema = impedância 109 Ohms
- noise ratio = taxa de ruído do sinal < 3 μ V RMS.
- filtros de hardware no equipamento=

FPA (passa alta) com frequência de corte de 20 Hz e

FPB (passa baixa) com frequência de corte de 500 Hz, realizada por um filtro analógico do tipo Butterworth de dois pólos

www.emgsystem.com.br
cesar@emgsystem.com.br
Fone: (12) 3942-4736
Fone/Fax: (12) 3922-4069

Anexo 5. Artigos Publicados e/ou aceitos decorrentes deste trabalho

Artigo 1.



Comparison of Surface Electromyography in Respiratory Muscles of Healthy and Liver Disease Patients: Preliminary Studies

A.M. Oliveira da Silva, S. Maturi, and I.F.S.F. Boin

ABSTRACT

Introduction. Surface electromyography (SEMG) is described as a technique to detect voluntary muscle activity. In the respiratory muscles, diaphragm and the rectus abdominis—are especially important for respiratory compliance.

Objective. We sought to study the activity of muscles using SEMG of the right diaphragm and the right rectus abdominis in healthy subjects versus liver disease patients (LDS).

Method. Each group of 30 male patients underwent SEMG with electrodes attached to the dermis surface at the xiphoid and below the right costal margin (channel 1). For the rectus abdominis, we placed the electrodes on the right 5 cm below the umbilicus. The variables studied were: root mean square (RMS), maximum inspiratory pressure (MIP), and maximum expiratory pressure (MEP). We also evaluated age, weight, body mass index, smoking history, lifestyle, sedentary, preexistent chronic lung disease. Nonparametric tests were used for statistical analysis.

Results. There were significant differences ($P > .0001$) between the groups regarding MEP and MIP values showing low pressures in the LDS group. RMS of the rectus abdominis showed a trend ($P = .059$) toward compliance in the LDS group. Compared with the healthy subjects, there were 18% versus 5% sedentary individuals; only 10% versus 27.3% were smokers or former smokers and chronic lung disease was present in 2% versus 4%.

Conclusion. The respiratory muscle evaluation using SEMG detected decreased respiratory muscle strength and a trend to rectus abdominis compliance among LDS.

SURFACE ELECTROMYOGRAPHY (SEMG) is a method to examine noninvasively the electrical potential of the voluntary muscles. SEMG evaluates the degree and duration of muscle activity and changes with training specific to the skeletal muscle.¹ The root mean square (RMS) has been used to quantify the electromyography signal.^{2,3}

Increased intra-abdominal pressure due to ascites and/or a pleural effusion raise intrathoracic pressure compressing the lungs, damaging the ventilation/perfusion relations and changing respiratory mechanics thus decreasing chest compliance.⁴ Liver disease subjects (LDS) on the waiting list for transplantation may display muscle atrophy due to disease and malnutrition affecting the basic activities of daily life and consequently cardiopulmonary performances.

Detecting muscle atrophy may minimize postoperative pulmonary complications.

METHODS

This is clinical, prospective trial included 60 male patients, aged 18 to 70 years divided in two groups: healthy subjects (HS) and LDS. We excluded individuals with a history of intense muscular activity of the upper limbs; refractory ascites⁵; presence of active upper airway infection or spontaneous bacterial peritonitis; the presence of an abdominal or thoracic incision or respiratory infections.

We analyzed the following data: age (years), weight (kg), body mass index (BMI; kg/m²), smoking history, sedentary lifestyle, or chronic lung disease. Maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expi-

From the Unit of Liver Transplantation (A.M.O.d.S., I.F.S.F.B.), State University of Campinas, Campinas, Brazil; Anhanguera University (S.M.), Campinas, Brazil.

Address reprint requests to Ilka Boin, Rua Aldo Oliveira Barbosa, 184 Campinas, SP-CEP 13086-030, Brazil. E-mail: ilkaboin@yahoo.com

© 2011 by Elsevier Inc. All rights reserved.
360 Park Avenue South, New York, NY 10010-1710

0041-1345/—see front matter
doi:10.1016/j.transproceed.2011.03.058

Transplantation Proceedings, 43, 1325–1326 (2011)

1325

ratory pressure (MEP)—measured in cm H₂O—were obtained using a mechanical manovacuometer (300/300 mark Ger-air; SP, Brazil), with subjects lying at plus or minus 45 degrees. The results were compared with normal values of 90 to 130 cm H₂O for men.

The electrical muscle activity was performed using the EMG system (Lida Brazil series 00405 Model 210C 9), with subjects lying at plus or minus 45 degrees using self-adhesive electrodes (3M Brazil, SP-Brazil) attached to the body to decrease the friction that could change the measurements.

SEMG was performed with electrodes on the dermis surface at the xiphoid and below the right costal margin (± 15 cm away = diaphragm evaluation; channel 1). To assess the rectus abdominis, electrodes were placed on the right side of the umbilicus and another 5 cm below this point (channel 2).⁶ The earth electrode was placed on the upper right hand (± 30 cm from channel 1 and 2). The recording of electrical activity was 10 seconds with subjects breathing lightly and making a forced breath every 3 seconds, with a frequency of 500 Hz and amplitude sensitivity signal of 500 μ V to the diaphragm and a frequency of 300 Hz and amplitude sensitivity signal of 300 μ V to the rectus abdominis. The measured electronic circuit was evaluated on a notebook computer (Intelbras I21; SP, Brazil) with the recorded numbers representing the RMS. All patients signed the a consent form approved by our Research Ethics Committee (CEP No. 922/2009).

For statistical analysis we used the SPSS 12.0 program for Windows (IBM, New York, USA) with a significance level of $P < .05$. Student *t* test and Person's correlation analyses were applied for group comparisons.

RESULTS

The descriptive results from the two groups are shown in Table 1. We observed that the HS versus LDS showed 18% versus 5% sedentary; 10% versus 27.3% smokers or former smokers; and chronic lung disease in 2% versus 4%. The HIP and HEP were significantly reduced among LDS.

DISCUSSION

We demonstrated the samples to show similar average values with respect to age, weight, and BMI demonstrating their homogeneity. However the average values were significantly different for MIP and MEP, confirming the expectation that muscle strength was different with LDS showing respiratory muscle force reduction ($P < .0001$).

Table 1. Comparison of HS and LDS on a Transplant Waiting List

	HS (n = 30)	LDS (n = 30)	P
Age (y)	32.60 $\pm$ 10.6	55.60 $\pm$ 6.50	NS
Weight (kg)	80.36 $\pm$ 12.45	82.94 $\pm$ 17.93	NS
BMI (kg/m ²)	26.06 $\pm$ 3.03	28.30 $\pm$ 5.85	NS
RMS rectus abdominis (μ V)	26.21 $\pm$ 22.59	53.37 $\pm$ 73.57	.059
RMS diaphragm (μ V)	49.39 $\pm$ 17.88	56.56 $\pm$ 34.64	NS
MIP (cm H ₂ O)	135.00 $\pm$ 33.49	90.33 $\pm$ 37.85	<.0001
MEP (cm H ₂ O)	132.00 $\pm$ 36.26	89.96 $\pm$ 23.75	<.0001

Results are means and standard deviations.
HS, healthy subjects; LDS, liver disease subjects; BMI, body mass index; RMS, root mean square; MIP, maximum inspiratory pressure; MEP, maximum expiratory pressure; BMI, body mass index; NS, not significant.

Lung volumes are known to be decreased by tense ascites. Inspiratory muscle force can be normal or reduced in cirrhotic patients.⁷

SEMG is a method that evaluates muscle activity, depending on the musculature and the position of the electrodes.⁷ The RMS of the rectus abdominis muscle in the LDS group showed a trend towards greater compliance than among the HS group ($P = .059$), but we did not observe this difference when comparing diaphragmatic RMS, a finding that may be due to the small sample size. Differences have already been observed in muscle activity, such as between surface and longer muscles and between adynamic muscles.⁷ This method of assessment of muscle activity together with strength can reveal deficits especially among patients who may experience complications after liver transplantation surgery.⁸

However, some authors observed that the median frequency in striated muscles, including the respiratory muscles, can remain stable or even decrease across force levels.^{9,10} Therefore, SEMG should be studied in respiratory muscles as a means to evaluate deficits, especially among patients on liver transplantation waiting lists seeking to predict future postoperative pulmonary complications, allowing physicians to institute procedures to increase muscle strength.

In conclusion, this respiratory evaluation compared patients experiencing liver disease with normal subjects showing decreased respiratory muscle strength with a trend to rectus abdominis compliance. SEMG can be a strategy to detect respiratory muscle problems in preoperative patients on the transplant waiting list.

REFERENCES

- Massó N, Rey F, Romero D, et al: Surface electromyography applications in the sport. *Apunts. Medicina de l'Esport* 45:121, 2010
- Hug F: Can muscle coordination be precisely studied by surface electromyography? *J Electromyogr Kinesiol* 21:1, 2011
- Duranti R, Luffi G, Misuri G, et al: Respiratory mechanics in patients with tense cirrhotic ascites. *Eur Respir J* 10:1622, 1997
- Carvalho EM, Isernia MRM, Lima PA, et al: Muscle strength and mortality on the waiting list for liver transplantation. *Rev Bras Fisioter* 12:235, 2008
- Velamati PG, Herlong HF: Treatment of refractory ascites. *Curr Treat Options Gastroenterol* 9:530, 2006
- Dionne A, Parkes A, Engler B, et al: Determination of the best electrode position for recording of the diaphragm compound muscle action potential. *Muscle Nerve* 40:37, 2009
- Dimitrova NA, Arabadzhiev IT, Hogrel JY, et al: Fatigue analysis of interference EMG signals from biceps brachii obtained during voluntary isometric contraction force at various levels. *J Electromyogr Kinesiol* 19:252, 2009
- Farina D, Merletti R: Comparison of algorithms for estimation of EMG variables during voluntary isometric contractions. *J Electromyogr Kinesiol* 10:337, 2000
- Larivière C, Arsénaut AB, Gravel D, et al: Effect of step and ramp static contractions on the median frequency of electromyograms of back muscles in humans. *Eur J Appl Physiol* 85:552, 2001
- Barata RV, Solomonow M, Zhou BH, et al: Methods to reduce the variability of EMG power spectrum estimates. *J Electromyogr Kinesiol* 8:279, 1998

Artigo 2.



Profile of Respiratory Evaluation Through Surface Electromyography, Manovacuometry, and Espirometry in Candidates on the Liver Transplant Waiting List

Á.M.O. da Silva, A. Cliquet Jr, and I.F.S.F. Boin

ABSTRACT

Introduction. Electromyography (EMG) is the examination of skeletal muscle membrane electrical activity in response to physiologic activation. In healthy muscles, the square root (root mean square [RMS]) is related to the amplitude of the obtained signal. Respiratory muscles are studied, especially those important for compliance, the diaphragm and the rectus abdominis. An evaluation to detect respiratory muscle deficits among liver disease patients on the waiting list for transplantation may serve as an alternative to providing specific treatments reducing the possibility of respiratory complications after transplantation.

Objective. To study muscle activity by evaluating respiratory and surface EMG of the right diaphragm and right rectus abdominis muscles in patients on the liver transplant waiting list.

Method. Respiratory evaluation of muscle strength (maximum inspiratory pressure [MIP] and maximum expiratory pressure [MEP]) with a manometer -300, +300 from Gen-air; spirometry with Easyware Spirometer version 2.20; pulse oximetry with Nonim oximeter; Model for End-Stage Liver Disease (MELD) score as well as surface EMG of the diaphragm and rectus abdominis muscles from EMG/Brazil were applied in healthy and liver diseased subjects.

Results. The 87 liver disease patients showed a mean age of 53.9 ± 7.3 years, mean body mass index of 28.21 ± 5.04 kg/m² with 24.14% smokers ($n = 21$) and 43.68% physically active ($n = 38$) showing Diaphragm RMS of 61.05 ± 68.48 μ V; rectus abdominis RMS of 45.28 ± 53.82 μ V; MEP of 100.28 ± 27.85 cm H₂O; and MIP of 92.41 ± 29.77 cm H₂O. The average MELD of studied patients was 16.5 ± 0.71 .

Conclusion. The respiratory profiles of patients on the liver transplant waiting list concerning muscle support were precarious owing to ascites and motor adynamia.

Surface electromyography (EMG) is a technique to monitor the electrical activity of excitable membranes, representing sarcolemma action potentials as a function of time. Voluntary muscles are examined noninvasively, enabling assessment of the degree, duration and modifications of muscle activity.¹ We used the root mean square (RMS) to quantify EMG signals: The data were increased by the square to obtain the mean result and the square root extracted therefrom.²

Ascites causes increased intra-abdominal pressure and pleural effusions. Intrathoracic pressure increases, compressing the lungs, damaging the ventilation/perfusion ratio, changing respiratory mechanics, and decreasing chest compliance.³ In the process of awaiting liver transplantation, patients may

display muscle atrophy and malnutrition that affect basic daily activities and cardiopulmonary performance.

Examining the respiratory muscle profile of these individuals can establish a protocol for muscle stimulation to prevent pulmonary complications after transplantation.

From the Unit of Liver Transplantation, State University of Campinas, Campinas, Brazil.

Supported by Fapesp n° 2010/19326-5.

Address reprint requests to Ilka Boin, Rua Carlos, 420 Cidade Universitária, Campinas, SP, Brazil CEP - 13084-970. E-mail: ilkaboin@yahoo.com

© 2012 by Elsevier Inc. All rights reserved.
360 Park Avenue South, New York, NY 10010-1710

0041-1345/-see front matter
<http://dx.doi.org/10.1016/j.transproceed.2012.07.136>

Transplantation Proceedings, 44, 2403-2405 (2012)

2403

METHOD

This clinical and prospective study included male liver disease patients aged 18–70 years. The collected data included the presence of active upper airway infection, spontaneous bacterial peritonitis, the presence of other thoracic or abdominal incisions and the duration of active respiratory infections following the guidelines of the Centers for Disease Control and Prevention, 2009.

The following personal data were evaluated: Age (years), weight (cm), body mass index (BMI) (kg/m^2), previous pulmonary disease, smoking, maximal inspiratory pressure (MIP), and maximal expiratory pressure (MEP) – measurements in cm of H_2O through manovacuometry – 300/–300 from Ger-Air (SP/Brazil) with individuals in a seated position. The procedure was performed 3 times and best value recorded after a MIP and after a MEP. The electrical activity of the diaphragmatic muscles and rectus abdominis were examined using surface EMG (EMG System of Brazil Ltda. series 00405 model 210C; SP/Brazil), with subjects lying at 45°, using 2 self-adhesive passive electrodes (3M Brazil) 16 cm apart mainly in the xiphoid process and the right costal margin for diaphragmatic measurement and 2 to the right of the umbilicus for muscle fiber measurement. A ground electrode was positioned on the left hand to avoid interference. The recording of electrical activity was performed for 10 seconds with the subjects breathing quietly and making a forced breath every 3 seconds. The frequency was 300 Hz and the sensitivity of signal amplitude 300 μV for the diaphragm, and the frequency 500 Hz and the sensitivity of signal amplitude 500 μV for the rectus abdominis. The electronic circuit was processed using an Intelbras I21 (SP, Brazil) computer with results mainly represented by the root mean square (RMS). A cohort of 31 healthy subjects was used for comparison with the EMGs and MIP and MEP of the liver disease patients.

For descriptive statistics we used the SPSS12 2003 program (Armonk, NY).

RESULTS

The mean values of the variables are shown in Table 1.

The Eighty-seven liver disease patients showed a mean age of 53.9 ± 7.3 years and mean BMI of 28.21 ± 5.04 kg/m^2 . There were 24.14% smokers ($n = 21$) and 43.68% physically active ($n = 38$) subjects. Their average MELD score was 16.5 ± 0.71 . The healthy subjects were younger ($P < .05$). There were significant differences between groups for BMI, and rectus abdominis MIP, MEP, and RMS but not diaphragm RMS.

Table 1. Descriptive Statistics (Mean Values and Standard Deviation) of the Parameters Studied in Candidates on the Liver Transplant Waiting List (LDS) and Health Subjects (HS)

Variables	LDS (n = 87)	HS (n = 31)	P
Age (yrs)	52.8 ± 7.5	33.9 ± 12.9	.0001
RMS diaphragm (μV)	61.0 ± 68.5	49.1 ± 17.6	>.05
RMS rectus abdominis	45.3 ± 53.8	26.1 ± 22.2	.002
MEP (cm H_2O)	100.3 ± 27.8	132.8 ± 35.5	.00001
MIP (cm H_2O)	92.4 ± 29.8	134.4 ± 32.9	.00001
Heart rate (bpm)	68.4 ± 13.1	70.8 ± 22.3	>.05
O_2 saturation	96.7 ± 2.5	97.9 ± 2.3	>.05

Abbreviations: bpm, beats per minutes; MEP, maximum expiratory pressure; MIP, maximum inspiratory pressure; RMS, root mean square.

Among liver disease patients, spirometry tests showed forced vital capacity (FVC) of 87.8 ± 19.4 ; force exhaled volume at the end of first second FEV_1 of 80.2 ± 16.8 ; peak expiratory flow (PEF) of 62.3 ± 18.8 L/s, and an MEF 25%–75% in L/s of 75.8 ± 28.0 .

DISCUSSION

Surface EMG can be an inefficient method to assess muscle activity, as in the case of liver disease, because these individuals show muscle loss owing to ascites and asthenia. Thus, the evaluation of the respiratory muscles can detect muscular problems that predispose to complications after liver transplantation.^{4–6}

In our study, patients demonstrated a poorer average RMS, when compared to healthy subjects as shown by Silva et al.⁷

Detection was achieved in the areas of electrode–tissue interfaces through passive electrodes that detect only diaphragmatic activity⁸ during normal breathing. The greater the size of the sensing surface, the greater the amplitude of the signal and the smaller the noise detected between the interface and the skin were reported.⁹

According to Shirouzu et al.¹⁰ liver disease is directly related to decreased muscle strength. The MIP and MEP are mean values of muscular weakness also serving as predictors for discontinuation of mechanical ventilation.^{11,12} Patients showed low rates of MIP and MEP compared with normal values and levels of FEV_1 and FVC.

The EMG signal represents the summation of electric motor units detected by respiratory contractions stimulated by action potentials moving along the sarcolemma of muscle fibers. The action potential reflects the number of muscle fibers recruited to obtain the largest database of information.^{13,14}

The mean stage of liver disease (Model for End-Stage Liver Disease [MELD] score) was a predictor of postoperative respiratory complications of liver transplantation. Huang et al.¹⁵ observed a mean MELD score similar to our study (16.5).

We believe that because of adynamia and the liver disease itself, these patients have less respiratory muscle strength and thus are more likely to require reintubation and difficulties of respiratory weaning after liver transplantation, as predicted by the respiratory profile values collected among this sample.

In conclusion, the study of surface EMG in respiratory muscles provided a means to assess weakness, especially among liver transplant patients preoperatively that may predict postoperative pulmonary complications.

REFERENCES

1. Ferreira AS, Guimarães PS, Silva JG: Aspectos da eletromiografia de superfície: considerações sobre os sinais e processamentos para estudo da função neuromuscular. *RBCE* 31:11, 2010
2. Ocarino JM, Silva PLP, Vaz DV, et al: Eletromiografia: interpretação e aplicações nas ciências da reabilitação [Electromyography: interpretation and applications in the rehabilitation sciences]. *Fisioter Bras* 6:305, 2005

3. Carvalho EM, Isern MRM, Lima PA, et al: Força muscular e mortalidade na lista de espera de transplante de fígado. *Rev Bras Fisioter* 12:235, 2008
4. Farina D, Merletti R: Comparison of algorithms for estimation of EMG variables during voluntary isometric contractions. *J Electromyogr Kinesiol* 10:337, 2000
5. Dimitrova NA, Arabadzisz T, Hogrel JY, et al: Fatigue analysis of interference EMG signals obtained from biceps brachii during isometric voluntary contraction at various force levels. *J Electromyogr Kinesiol* 19:252, 2009
6. Baratta RV, Solomonow M, Zhou B, et al: Methods to reduce the variability of EMG power spectrum estimates. *J Electromyogr Kinesiol* 8:279, 1998
7. Silva AMO, Maturi S, Boin IPSE: Comparison of surface electromyography in respiratory muscles of healthy and liver disease patients: preliminary studies. *Transplant Proc* 43:1325, 2011
8. De Luca CJ: The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomechanics* 13:135, 1997
9. Hermens HJ, Freriks B: Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol* 10:361, 2000
10. Shirouzu Y, Kasahara M, Takada Y, et al: Development of pulmonary hypertension in 56 patients after pediatric living donor liver transplantation? De novo or secondary? *Liver Transpl* 12:870, 2006
11. Black LF, Hyatt RE: Maximal static respiratory pressures in generalized neuromuscular disease. *Am Rev Respir Dis* 103:641, 1971
12. Fiz JA, Haro M, Aguilar J, et al: Spirometry and maximal respiratory pressures in patients with facial paralysis. *Chest* 103:170, 1993
13. Fialho RA, Anzorandia CS, Herrera EM: Desarrollo histórico y fundamentos teóricos de La electromiografía como método diagnóstico. *Rev Cub Med Mil* 35:80, 2006
14. Wakeling JM, Rozitis AE: Spectral properties of myoelectric from different motor units in the leg extensor muscles. *J Exp Biol* 207:2519, 2004
15. Huang CT, Lin HC, Chang SC, et al: Pre-operative risk factors predict post-operative respiratory failure after liver transplantation. *PLoS One* 6:22689, 2011

Artigo 3.

Thank you for submitting your re-revised manuscript to Transplantation Proceedings for consideration for publication with the proceedings of ABTO 2013. You will be pleased to know that your revision #2 has been accepted for publication and will appear in the issue with the proceedings of this meeting. You will be contacted by Elsevier in the coming months as they will send you the page proofs sometime in June or July according to their production schedule. You will not receive any further communication regarding this manuscript until the page proofs are sent to you.

SURFACE ELECTROMYOGRAPHY FOR RESPIRATORY ASSESSMENT OF LIVER TRANSPLANT CANDIDATES, HEALTHY SUBJECTS AND AFTER CHEVRON POST-OPERATIVE INCISION

Your manuscript contained 4 pages of Text, 1 Table and 1 Figure for a total of 6 pages received. You will be responsible for these pages at US\$99.95 each, payable upon invoice from Elsevier shortly after they send you the page proofs.

Sincerely,

Bernadette Johnson

Managing Editor

Transplantation Proceedings

***SURFACE ELECTROMYOGRAPHY FOR RESPIRATORY ASSESSMENT OF LIVER
TRANSPLANT CANDIDATES, HEALTHY SUBJECTS AND AFTER CHEVRON POST-
OPERATIVE INCISION***

OLIVEIRA DA SILVA, Aurea Maria -Physiotherapist liver transplant program at the University of Campinas for the surgery department, student of PhD graduate in the Surgery Science Department. **Role:** wrote the paper. No conflicts of interest to declare. **Email:** amos@unicamp.br

DOS SANTOS, Daniele Costa, Surgical Post Graduate Program student, Faculty of Medical Science, State University of Campinas. No financial support **Role:** No conflicts of interest to declare. **Email:** danielecostas@yahoo.com.br

LIMONGI, Vivian -Surgical Post Graduate Program student, Faculty of Medical Science, State University of Campinas. No financial support **Role:** technical support. No conflicts of interest to declare. **Email:** vivian_limongi@hotmail.com

CLIQUET JR, Alberto PhD, Associate Professor, Faculty of Medical Sciences, Department of Clinical, State University of Campinas, Campinas, Brazil. **Role:** technical support. No conflicts of interest to declare. **Email:** cliquet@fcm.unicamp.br;

BOIN, Ilka Fatima Santana Ferreira, Associate Professor, Faculty of Medical Sciences, Department of Surgery, State University of Campinas, Campinas, Brazil – Supervisor and project advisor. ilkaboin@yahoo.com

Corresponding author: Ilka Boin -Rua Carlos Chagas, 420/Campinas/SP – Brazil. CEP - 13084-970
phone: 55 (19) 35218580/ FAX: 55 (19) 32891577 – e-mail: ilkaboin@yahoo.com

This work showed no conflict of interest and used funds from FAEPEX n 7408/09.

It was approved by the Ethics Committee of The Faculty of Medical Sciences, UNICAMP; number 922/2009.

***SURFACE ELECTROMYOGRAPHY FOR RESPIRATORY ASSESSMENT OF LIVER
TRANSPLANT CANDIDATES, HEALTHY SUBJECTS AND AFTER CHEVRON POST-
OPERATIVE INCISION***

Surface electromyography is a noninvasive technique for detecting the activity of skeletal muscles and especially the muscles for respiratory compliance; the diaphragm and rectus abdominis are still under study. This study compares of these muscles in healthy individuals, liver disease patients and after abdominal surgery.

Aim -To study muscle activity by surface electromyography of the right diaphragm muscles and right rectus abdominis (root means square - RMS), and the manovacuometry muscle strength (maximal inspiratory pressure - MIP and maximal expiratory pressure – MEP).

Results –We study 246 subjects were evaluated and divided into 3 groups: healthy (65), liver disease (171), and post-surgery (10). In liver disease group the BMI was higher significantly for ascites ($p = 0.001$), and was increase in RMS rectum ($p = 0.0001$), RMS diaphragm ($p = 0.030$) and a decreased inspiratory and expiratory indices ($p = 0.0001$) pressure in the post-surgery group. A multivariate analysis showed tendency to an increased BMI in liver disease and in the post-surgery groups correlated with an increased RMS rectum and the lower MIP/MEP ($p=0.11$). In the ROC curve showed that RMS rectus was capable to discriminate liver disease patients and post-surgery patients from healthy subjects (area=0.63; CI95%:0.549-0.725).

Conclusion - The muscle activity of normal individuals is lower than in subjects with deficit muscles because less effort is necessary to overcome the same resistance, observed by surface electromyography and muscle strength.

Keywords: surface electromyography, liver transplant, physiotherapy, chronic liver disease, respiratory muscle

INTRODUCTION

The association between physical inactivity, insufficient diet and liver disease on decreased respiratory muscle strength and muscle activity in post-surgery critical patients and liver disease patients on the transplant waiting list complicates the recovery of these patients^{1,2}.

To assess respiratory muscle activity and muscle strength of these patients compared to healthy subjects may provide a profile to propose a protocol for physiotherapy care

METHODS

A prospective clinical trial was performed at the outpatient liver transplant and intensive care unit of the Teaching Hospital, State University of Campinas (Unicamp). This study was approved by the Research Ethics Committee of Unicamp under process 922/2009 and the subjects gave formal consent.

The 246 subjects evaluated were divided into 3 groups: healthy (n=65), liver disease (n=171), and post-surgery (n=10), with mean age 48.4 ± 14.2 years, weight 78.3 ± 11.1 kg, BMI 26.0 ± 3.2 kg/m². Maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP) were measured with an analog manometer Gerarmed®, SP/Brazil, for respiratory muscle strength. For the electrical muscle activity of the diaphragm and rectus abdominis, surface electromyography EMG System of Brazil Ltda®, Series 00405 Model 210C and Electrodes 3M/SP/Brazil® were used. The diaphragm electromyographic signal, was picked up by electrodes attached below the xiphoid process and the right costal margin. For evaluation of the rectus abdominis muscle, the electrodes were attached to the right of the umbilicus, 5 cm above this point. The grounding electrode was positioned on the hand. The captured data of root mean square (RMS) were recorded and analyzed in a notebook (Intelbras I21®, SP, Brazil).

The others variables studied were: age (years), glycemia (mg/dL), total bilirubin (mg/dL), creatinine (mg/dL), sodium (mEq/L), potassium (mEq/L), INR (international normalized ratio), albumin (g/dL), BMI (Kg/cm²), MELD score and ascitis (yes or no).

For statistical analysis the SPSS21 2010 program (Armond, NY, USA) was used. The significance level was 5%. Kruskal-Wallis test with transformation by posts was used to compare differences between the groups.

RESULTS

In the liver disease subjects the MELD mean was 17; 11.5% died before transplantation; 31.1% had a liver transplant, 12.2% died after liver transplant. 15.2% were smokers, 66.22% did not do any physical activity. The average RMS of the diaphragm in this group was negatively correlated with BMI ($r = -0.176$) and the RMS of the rectus abdominis ($r = -0.178$).

The following variables: BMI, age, ascitis, glycemia, total bilirubin, creatinine, sodium, potassium, IRN (international ratio normalized), albumin, root mean square diaphragm, root mean square rectum abdominis, maximal inspiratory and expiratory pressure, and MELD were performed, and the results are described in Table 1

In liver disease group the BMI was higher significantly for ascites ($p = 0.0013$) in the Kruskal-Wallis test were applied we observed an increase in RMS rectum ($p = 0.001$) and RMS diaphragm ($p = 0.030$) and a decreased inspiratory and expiratory indices ($p = 0.001$) pressure in the post surgery group.

A multivariate analysis showed tendency to an increased BMI in liver disease and in the post-surgery groups correlated with an increased RMS rectum and the lower MIP/MEP ($p=0.11$)

ROC (receiver operating curve) showed that RMS rectus was capable to discriminate liver disease patients (area=0.63; CI95%:0.549-0.725) as can be seen in figure 1.

DISCUSSION

Patients with end-stage of liver disease may develop malnutrition due to a decrease in the ingestion of food, deficit in the absorption and transport of nutrients, and increased resting energy expenditure³. In this study, it was observe that the liver disease group had a mean BMI of 28.5, which does not correspond to a situation of malnutrition and cachexia, but overweight, probably because of the abdominal volume ascites⁴. This parameter and the physical activity's habit present, maybe

explain that were correlated of the variables studied, and not correlated with the others biochemical variables.

Advanced liver disease often shows decreased muscle mass and strength, low bone mineral density, malnutrition, increased levels of fatigue and decreased aerobic capacity¹. At this stage, dysfunctions in glycogen storage and gluconeogenesis lead to a breakdown of muscle protein and fat to use energy, resulting in weight loss and muscular weakness.

Fatigue in patients with liver disease and post-surgical critical patients is related to physical condition^{5,6}, inactivity¹, and sarcopenia⁷⁻⁹. Deficits in the maximum pressure and muscle activity were observe in most critical groups of this study.

Candidates for liver transplantation remain on the waiting list for an indefinite period and therefore may have increased sarcopenia¹⁰⁻¹². An assessment of the respiratory muscles performed preoperatively can detect and train these muscles to prevent postoperative complications, and postoperatively can facilitate more specific treatment of this muscle^{13,14}. Thus, electromyography as a noninvasive method, along with inspiratory and expiratory measurements may favor this evaluation.

Although the RMS of the diaphragm and rectus have increased in the more deficient muscles, a greater effort is required to increase muscle activity. This is observed in critically ill patients more than in patients with liver disease demonstrating that the electrical activity of the muscle increased due to loss of muscle mass and strength. The ROC curve showed that RMS rectus discriminate liver disease patients group, although this (area =0.63) result report a moderate correlation.

Surface electromyography, along with other methods of assessing breathing in patients on the transplantation list and critical post-surgical patients from Chevron's incision, is a new technique to define muscular deficits and check sarcopenia that these patients may have. This technique should facilitate protocols of physiotherapy treatment^{14,15} preventing respiratory complications.

REFERENCES

- 1 Hayashi F, Matsumoto Y, Momoki C et al. Physical inactivity and insufficient dietary intake are associated with the frequency of sarcopenia in patients with compensated viral liver cirrhosis. *Hepatol Res* 2013, 1-12, online version
- 2 Jones JC, Coombes JS, Macdonald GA. Exercise capacity and muscle strength in patients with cirrhosis.. *Liver Transpl* 2012,18(2):146-151.
- 3 Woo G, Tomlinson G, Yim C, et al. Health state utilities and quality of life in patients with hepatitis B. *Can J Gastroenterol* 2012,26(7):445-451.
- 4 Abelman WH, Frank NR, Gaensler EA, et al. Effects of abdominal distension by ascites on lung volumes and ventilation. *Arch Intern Med* 1954, 93:528–540.
- 5 van den Ber-Emons R, van Ginneken B, Wliffels M et al. Fatigue is a major problem after liver transplantation. *Liver Transpl* 2006,12:928-933.
- 6 van Ginneken BT, van den Berg-Emons HJ, Metselaar HJ, et al. Effects of a rehabilitation programme on daily functioning, participation, health-related quality of life, anxiety and depression in liver transplant recipients. *Disabil Rehabil* 2010, 32(25):2107-2112.
- 7 Montano-Loza AJ. New concepts in liver cirrhosis: clinical significance of sarcopenia in cirrhotic patients. *Minerva Gastroenterol Dietol* 2012, 59(2):173-186
- 8 Glass C, Hipskind P, Tsien C et al. Sarcopenia and a physiologically low respiratory quotient in patients with cirrhosis: a prospective controlled study. *J Appl Physiol* 2013, 114(5):559-565
- 9 Tandon P, Ney M, Irwin I et al. Severe muscle depletion in patients on the liver transplant wait list: its prevalence and independent prognostic value. *Liver Transpl* 2012, 18(10):1209-1216.
- 10 Montano-Loza AJ, Meza-Junco J, Prado CMM et al. Muscle wasting is associated with mortality in patients with cirrhosis. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2012, 10(2):166-173.

- 11 Duranti R, Laffi G, Misuri G, et al. Respiratory mechanics in patients with tense cirrhotic ascites. *Eur Respir J* 1997, 10(7):1622-30.
- 12 Leitão AV, Castro CL, Basile TM, et al. Evaluation of physical capacity and nutritional status in liver transplant candidates. *Rev Assoc Med Bras* 2003, 49(5):424-428.
- 13 Galant LH, Forgiarini Junior LA, Dias AS, et al. Functional status, respiratory muscle strength and quality of life in cirrhotic patients. *Rev Bras Fisioter* 2012;16(1): 30-34
- 14 Barcelos S, Dias AS, Forgiarini Jr LA, et al. Liver transplantation: impact on lung capacity, functional status and quality of life. *Arq Gastroenterol* 2008, 45(3):186-191.
- 15 Augusto VS, Castro E Silva O, Souza ME et al. Evaluation of the respiratory muscle strength of cirrhotic patients: relationship with Child-Turcotte-Pugh scoring system. *Transplant Proc* 2008, 40(3):774-776.

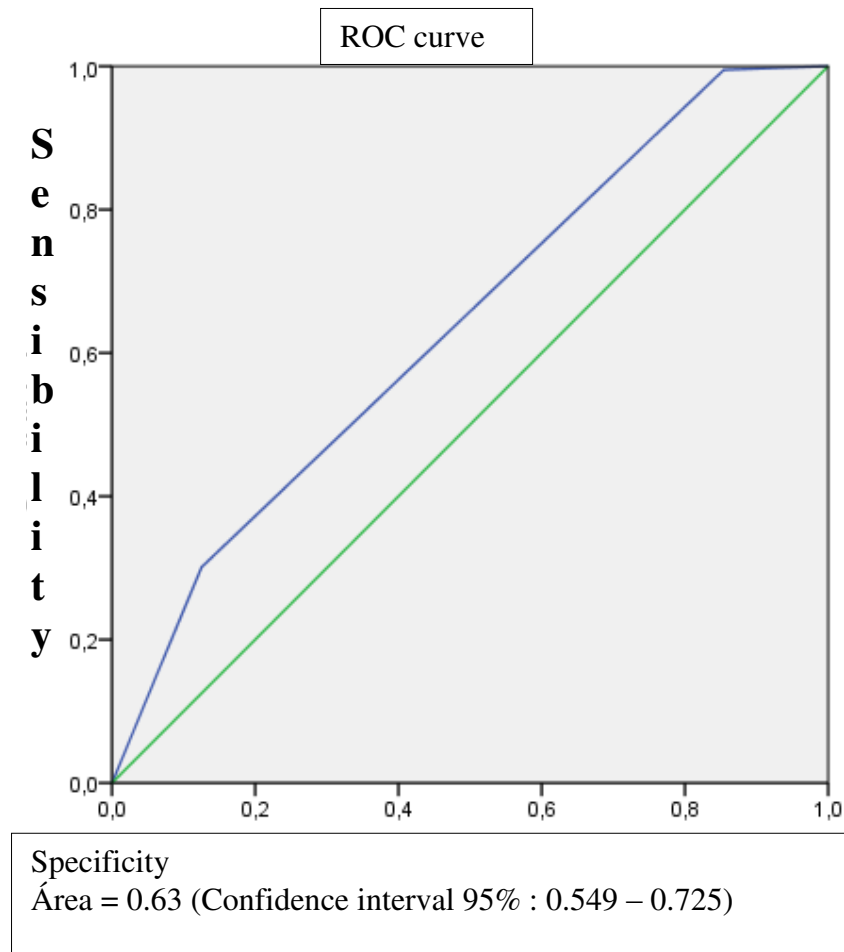
Table 1 – Demographic data and variables studied with Kruskal Wallis test results with significances differences among groups studied used median (minimum-maximum).

	Healthy subjects n = 65	Liver disease subjects n = 171	Post-surgery subjects n=10	P*
Age (years)	52 (22-75)	53 (17-72)	61 (45-66)	0.035
BMI (Kg/cm ²)	26.1 (18.9-36.9)	27.5 (20.30-44.80)	26.6 (24.10-35.90)	0.013
MELD score	6	17 (6-34)	22.5 (6-32)	0.001
Albumin (g/dL)	3.9	3.34 (1.7-5.1)	3.45 (2.60-5.10)	0.001
Total Bilirubin (mg/dL)	0.9	3.34 (0.3 -34.1)	4.02 (0.55-9.69)	0.001
Creatinine (mg/dL)	1.00	1.09 (0.46-136)	1.35 (0.71-4.57)	Ns
Sodium (mEq/L)	140	137 (118-167)	138 (128-142)	0.011
Potassium (mEq/L)	4.4	4 (3-7)	4.05 (3-5)	0.001
Glycemia (mg/dL)	99	112 (11-395)	104.5 (70-218)	0.012
IRN	1.19	1.74 (0.96-8)	1.75 (1.40-2.98)	0.001
RMS diaphragm (µv)	41.2 (23.8-87.5)	40.6 (15.4-478.6)	63.1 (34.6-211.3)	0.030
RMS rectus abdominis (µv)	24.7 (10.3-143.3)	28.2 (11.1-548.2)	61.8 (39.4-155.89)	0.001
Maximal inspiratory pressure (cmH ₂ O)	120 (20-200)	100 (20-200)	38.5 (18-147)	0.001
Maximal expiratory pressure (cmH ₂ O)	120 (80-220)	100 (40-200)	53 (30-99)	0.001
Ascitis				
yes	0 (0%)	63 (36.8%)	6 (60%)	
no	65 (100%)	108 (63.2%)	4 (40%)	

RMS – root means square; BMI – body mass index; IRN – international normalized ratio; MELD - Model for End-stage Liver Disease

P* Kruskal-Wallis

Figure 1. Receiver operating curve (ROC) among the three groups (liver disease patients, healthy and post surgery subjects showing specificity and sensibility of the RMS (root mean square) of abdominal rectus



Artigo 4.

Thank you for submitting your revised manuscript to Transplantation Proceedings in conjunction with the Latin American Transplantation Society meeting. Your manuscript has been reviewed and you will be pleased to know it has been **accepted for publication** for in a future 2014 issue of the journal. Your page proofs will be sent to you sometime in August. You will receive no further communication from us.

Please remember that page charges are based on the typed, submitted page (not on the printed page, and not on the page proof pdf) and are invoiced by our publisher, Elsevier, at US\$99.95 each. Each Table and Figure counts as one manuscript page each. There are no automatically assigned complimentary pages, therefore authors must assume financial responsibility for all manuscript pages.

Your manuscript contained 5 pages of text, 2 Tables and 0 Figure for a total of 7 pages received. You will be responsible for these pages at US\$99.95 each, payable upon invoice from Elsevier once they send the page proofs. No payment is due at this time.

As corresponding author on this paper, it is your responsibility to contact ALL authors listed to notify them of the manuscript tracking number and the outcome of this paper.

It is not necessary for you to respond to this email.

Your manuscript is:

Co-Infected HIV/Hepatitis Patients Compared To Chronic Liver Patients And Healthy Individuals: Respiratory Assessment Through Surface Electromyography And Spirometry

With every good wish, I beg to remain,

Sincerely,

Barry D. Kahan, PhD, MD
Editor in Chief
Transplantation Proceedings

**CO-INFECTED HIV/HEPATITIS PATIENTS COMPARED TO CHRONIC LIVER
PATIENTS AND HEALTHY INDIVIDUALS: RESPIRATORY ASSESSMENT
THROUGH SURFACE ELECTROMYOGRAPHY AND SPIROMETRY**

Oliveira da Silva, Aurea Maria –Physiotherapist – Unit of Liver Transplantation - PhD student graduate in the Surgical Science Post Graduate Program, Faculty of Medical Science, State University of Campinas. **Role:** wrote the paper. No conflicts of interest to declare, Supported by FAPESP 10/19326-5 **Email:** amos@unicamp.br

Dos Santos, Daniele Costa, Surgical Science Post Graduate Program student (MSc), Faculty of Medical Science, State University of Campinas. No financial support **Role:** No conflicts of interest to declare. **Email:** danielecostas@yahoo.com.br

Limongi, Vivian -Surgical Post Graduate Program student, Faculty of Medical Science, State University of Campinas. No financial support **Role:** technical support. No conflicts of interest to declare. **Email:** vivian_limongi@hotmail.com

Gonçales, Eduardo Sellan Lopes Infectologist in Clinical Hospital of State University of Campinas. No financial supports. No conflicts of interest to declare. **Role:** designed the study. **Email:** eduardo@hc.unicamp.br

Pedro, Marcelo Nardi Infectologist in Clinical Hospital of State University of Campinas. No financial supports. No conflicts of interest to declare. **Role:** designed the study. **Email:** mipedro03@hotmail.com

Stucchi, Raquel Silveira Bello - Infectologist and Assistant Professor of Unit of Liver Transplantation, Faculty of Medical Science ,State University of Campinas. No financial supports. No conflicts of interest to declare. **Role:** designed the study. **Email:** stucchi.raquel@gmail.com

Boin, Ilka Fatima Santana Ferreira - Associated Professor, Department of Surgery – Faculty of Medical Science, Unit of Liver Transplantation - State University of Campinas, Campinas, Brazil – Supervisor and project advisor. ilkaboin@yahoo.com, Supported by FAEPEX n 7408/09.

Corresponding author: Ilka Boin - Rua Carlos Chagas, 420/Campinas/SP – Brazil. CEP -
13084-970 phone: 55 (19) 35218580/ FAX: 55 (19) 32891577 – e-mail:
ilkaboin@yahoo.com

CO-INFECTED HIV/HEPATITIS PATIENTS COMPARED TO CHRONIC LIVER PATIENTS AND HEALTHY INDIVIDUALS: RESPIRATORY ASSESSMENT THROUGH SURFACE ELECTROMYOGRAPHY AND SPIROMETRY

ABSTRACT

Introduction - Coinfected HIV and hepatitis subjects are candidates for a liver transplantation due to progress liver disease. Chronic liver disease, coinfecting or not, need assessment of respiratory function in following pre-liver transplant. The respiratory evaluation of these two groups compared to healthy individuals can define deficits and this can impair a full recovery after transplant surgery.

Objective - To compare the respiratory profile in coinfecting patients with chronic liver disease who are candidates for liver transplantation to healthy subjects.

Methods - Through respiratory evaluation by checking flows and lung volumes (spirometry), muscle activity (surface electromyography), maximum pressure (manovacuometer), of 250 people distributed into three groups: 14 patients with HIV and liver disease, 65 healthy subjects and 171 patients with chronic liver disease. The mean age (years) was respectively 47.5 ± 6.2 , 48.3 ± 14.1 and 52.9 ± 8.5 . The average BMI (kg/m^2) of the groups were in 24.6 ± 4.5 ; 26.0 ± 3.2 and 28.5 ± 5.3 respectively.

Results – Coinfecting patients had increase the RMS (root means square) from rectus abdominis (μV) ($p = 0.0016$), and diaphragm (μV) ($p = 0.0001$); decrease maximal inspiratory and expiratory pressure - MIP/MEP(cmH_2O) ($p = 0.001$), forced exhaled volume at the end of first second - FEV1 (%) ($p = 0.002$), and maximal expiratory flow - MEP25-75% (%) ($p = 0.0001$) when Kruskal-Wallis test was applied.

Conclusions - Coinfecting HIV group showed a muscle deficit of diaphragm and rectus abdominis activity and the liver disease group showed lower indices in volumes and respiratory flows

Keywords: Surface electromyography, respiratory muscles, Coinfection HIV/Hepatitis, Liver disease

Individuals with acquired immunodeficiency syndrome (AIDS) caused by human immunodeficiency virus (HIV) have a need for medical monitoring and drug therapy, especially when there is coinfection mainly with hepatitis C virus (HCV), which can lead to metabolic and dystrophic injuries¹⁻³. One of the treatments proposed is liver transplantation². In this case, the respiratory function of chronic liver disease pre-transplant patients should be evaluated periodically with the aim being good postoperative results⁴. The goal of this study was to evaluate the respiratory function of healthy individuals compared to chronic liver disease patients (CLDP) and CLDP coinfecting with HIV.

METHOD

This clinical and prospective study was performed using respiratory flow and lung volumes (spirometry), muscle activity (surface electromyography), and maximum pressure (manometer) of 250 individuals distributed into three groups: 14 patients with coinfection (HIV/HCV), 65 healthy and 171 with CLDP due to HCV.

The following data were evaluated: age (years) and body mass index (BMI in Kg/m²). The pulmonary function was measured by spirometry with EasyOne Diagnostic Spirometer Word (Zurich, Switzerland) and demographic variables albumin (g/dL); total bilirubin (mg/dL); creatinine (mg/dL); sodium (mEq/L); potassium (mEq/L); glycemia (mg/dL); INR (international normalized ratio), following the guidelines for such tests with the patients in the seated position.

The electrical activity of the diaphragm and rectus abdominis muscles were examined using surface electromyography (sEMG) (EMG System of Brasil Ltda, series 00405 model 210C, SP/Brazil), with subjects resting at 45°. Two self-adhesive passive electrodes (3M / SP-Brazil)

15 cm apart mainly in the xiphoid process and at the diaphragm right costal margin, and two on the right of the umbilicus of the rectus muscle were used. A ground electrode was placed on the left hand to avoid interference. This was recorded for 10 seconds with a frequency of 300Hz (300 μ V) for the diaphragm muscle and 500 Hz (500 μ V) for the rectus abdominal muscle. The collected data of root mean square (RMS) were recorded and analyzed using a notebook (Intelbras I21, SP/Brazil).

The maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP) – measurements (in cm H₂O) through manovacuometry (-300/+300 from Ger-Air -SP/Brazil) with subjects in the seated position were performed three times and the best result was recorded.

The oximetry was recorded with a pulse oximeter (Nonim, Minneapolis/USA) for the observed peripheral oxygen saturation (SatO₂) in percentage terms, and the cardiac frequency (CF) in beats per minute (b.min)..

For descriptive statistics the SPSS 21.0 for windows (2012) program (Armond, NY/USA) with a p value < 0.05 was used. Descriptive analyses were carried out using measures of position and dispersion for numeric variables and frequency tables for categorical variables. For comparison of numerical measures among the three groups, we used the Kruskal-Wallis test followed by the Tukey test to find the differences. To compare proportions, we used the chi-square test when necessary.

It was approved by the Ethics Committee of The Faculty of Medical Sciences, State University of Campinas – SP - Brazil; number 922/2009.

RESULTS

The LCDP group was MELD score 17.31, and 12.9% died before transplantation, 32.7% had a liver transplant 12.9% died after liver transplant. The coinfecting group was means CD4 (+) 584.0 ± 199.1 quotas/mL; CD8(+) 825.2 ± 317.2 quotas/mL, 90% were detectable and 10% were not detectable. The others means and differences are in table 1.

Coinfecting patients had increase the RMS (root means square) from rectus abdominis (μV) ($p = 0.0016$), and diaphragm (μV) ($p = 0.0001$); decrease maximal inspiratory and expiratory pressure - MIP/MEP (cmH₂O) ($p = 0.001$), forced exhaled volume at the end of first second - FEV₁ (%) ($p = 0.002$), and maximal expiratory flow - MEP_{25-75%} (%) ($p = 0.0001$) when Kruskal-Wallis test was applied.

DISCUSSION

The respiratory evaluation of patients with HIV and hepatitis co-infection (co-infected group), demonstrated that antiviral therapy can lead to abnormalities concerning cellular mitochondrial toxicity, metabolic glucose and lipodystrophy^{1,5,6}. This may lead to a deficit in muscle activity in those patients as observed from their RMS measurements.

In this study, the co-infected patients had a higher level of RMS than healthy and LCDP which shows indirectly an incapacity in organic muscle activity reorganization. This may have occurred due to rapid loss of muscle mass due to decreased organic reorganization and/or due to the medications used against AIDS.

The RMS signal can represent the recruitment of muscle fibers in physical activity and can be used to measure potential muscle action⁸.

In fact, ascites may increase intra abdominal pressure which decreases the thoracic ability and diaphragmatic incursion, decreasing pulmonary volumes and flows⁹. In our study LCDP did not have moderate or severe ascites.

So, in this study, the LCDP showed deficits in respiratory parameters in FEV₁ spirometry test and this was reflected in the severity and prognosis of respiratory behavior. MEF_{25-75%}, (as demonstrated by the elastic recoil and airway resistance), as well as MIP (due to the accumulation of abdominal resistance and increased size of abdominal organs) can change the inspiratory muscle compliance to a great extent.

Some authors describe that the long-retroviral therapy time associated with pulmonary injuries (mainly regarding HIV patients who smoke) can lead to a bad respiratory profile^{10,11}. In this study we did not observe a statistical difference when the spirometry was applied, but this difference appears in the healthy group shown by MEF_{25-75%}, because this portrays the rate of respiratory effort¹².

In conclusion, the data showed that a respiratory injury in co-infected HIV/HCV compared to the other two groups showed a deficit of organic muscular adaptation, probably due to mitochondrial alterations after the antiretroviral therapy. The respiratory tests and medical anamnesis in this population can be important to detect the respiratory alterations until the need for any surgical intervention.

REFERENCES

1. Loko MA, Bani-Sade F, Winnock M, et al 13 HEPAVIH Study Group Impact of HAART exposure and associated lipodystrophy on advanced liver fibrosis in HIV/HCV-coinfected patients. *J Viral Hepat* 2011, 18(7): e307-314.
2. Vernadakis S, Sotiropoulos GC, Brokalaki EI, et al Long-term outcomes of liver transplant patients with human immunodeficiency virus infection and end-stage-liver-disease: single center experience. *Eur J Med Res* 2011;16(8):342-348.
3. Levesque E, Hoti E, Azoulay D, et al Pulmonary complications after elective liver transplantation: incidence, risk factors, and outcome. *Transplantation* 2012, 94(5): 532-538.
4. Da Silva AMO, Cliquet Jr A, Boin IFSF Profile of respiratory evaluation through surface electromyography, manovacuometry, and espirometry in candidates on the liver transplant waiting list. *Transplat Proc* 2012, 44: 2403-2405.
5. Luetkemeyer AF, Havler DV, Currier JS Complications of HIV disease and antiretroviral therapy. *Top Antivir Med* 2011, 19(2): 58-68.
6. Laguno M, Milinkovic A, De Lazzari E, et al Incidence and risk factors for mitochondrial toxicity in treated HIV/HCV-coinfected patients. *Antivir Ther* 2005, 10(3): 423-429.
7. Fialho RA, Anzorandia CS, Herrera EM Desarrollo histórico y fundamentos teóricos de La electromiografía como método diagnóstico. *Ver Cub Med Mil* 2006;35: 80.
8. Wakeling JM & Rozitis AI Spectral properties of myoelectric from different motor units in the leg extensor muscles. *J Exp Biol* 2004, 207(pt14): 2519-2528
9. Gupta D, Lalrothuama, Agrawal PN, et al Pulmonary function changes after large volume paracentesis. *Trop Gastroenterol* 2000 21(2): 68-70

10. Madeddu G, Fois AG, Galia GM, et al Chronic obstructive pulmonary disease: an emerging comorbidity in HIV-infected patients in the HAART era? *Infection* 2013,41(2):347-353
11. Morsch Passos AI, Couto ER, De Resende SM, et al Evaluation of functional respiratory parameters in AIDS patients assisted in infectious diseases ambulatory care clinic of a tertiary care university hospital in Brazil. *Respir Care* 2012, 57(4): 544-549
12. Chapplain JM, Tatlevin P, Guyader D, et al Mitochondrial abnormalities in patients with HIV+HCV co-infection as compared to patients with HCV mono-infection. *HIV Clin Trials* 2011, 12(1):54-60.

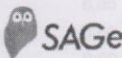
Table 1 – Comparison of healthy subjects, coinfectd and LCDP (liver chronic disease patients) – showing average and standard deviation and Kruskal-Wallis test results

	Coinfectd n=14	Heathly n=65	LCDP n=171	P
Age (years)	47.5±6.2	48.3±14.1	52.9±8.5	0.003
BMI (Kg/cm2)	24.5±4.5	26.0±3.2	28.5±5.3	0.0001
RMS diaphragm (μV)	126.6±24.3	46.6±16.1	55.6±54.3	0.0001
RMS rectus abdominis (μV)	97.3±28.9	29.1±23.4	50.9±78.1	0.001
MIP (cmH2O)	105.7±26.5	125.5±37.5	97.1±32.1	0.0001
MEP (cmH2O)	111.4±21.7	124.9±29.2	108.1±30.6	0.001
FVC (%)	93.0±12.5	90.0±10.6	87.2±17.6	Ns
FEV1 (%)	91.2±14.4	90.3±10.6	82.3±16.2	0.002
MEF25-75% (%)	103.0±43.3	99.2±30.1	81.1±29.8	0.0001
O2 saturation (%)	97.0±1.5	97.4±18.0	96.9±2.1	0.0001
Heart rate (b.min)	64.5±12.9	80.8±16.9	67.5±13.0	0.0001
Albumin (g/dL)	4.6±0.2	3.9	3.3±0.6	0.0001
Total bilirubin (mEq/L)	1.7±1.7	0.9	3.6±4.1	0.0001
Creatinine (mg/dL)	0.9±0.2	1	2.3±10.3	Ns
Sodium (mEq/L)	141.3±1.3	140	139.1±5.1	Ns
Potassium (mEq/L)	4.6±0.4	4.4	4.4±0.5	Ns
Glycemia (mg/dL)	86.5±19.0	99	113.4±44.5	0.003
IRN	1.1±1.0	1.19	1.8±0.7	0.0001

BMI = body mass index; RMS = root mean square; b.min (beats per minute); MEP = maximal expiratory pressure; MIP = maximal inspiratory pressure; FEV1 = Forced exhaled volume at the end of first second; FVC = Forced vital capacity; MEF25-75% = Maximal expiratory flow; IRN = international normalized ratio. ns = not significance

Anexo 6. Aprovação FAPESP

SAGe - Sistema de Apoio a Gestão
Page 1 of 7

VISUALIZAÇÃO DE DESPACHO

Processo	2010/19326-5
Linha de Fomento	Programas Regulares / Auxílios a Pesquisa / Projeto de Pesquisa / Projeto de Pesquisa - Regular - Fluxo Contínuo
Situação	Em Contratação
Vigência	01/08/2011 a 31/07/2013
Beneficiário	Ilka de Fátima Santana Ferreira Boin
Responsável	Ilka de Fátima Santana Ferreira Boin
Vínculo Institucional do Processo	Faculdade de Ciências Médicas/FCM/UNICAMP

Folha de Despacho para Reconsideração - Projeto de Pesquisa - Regular

Resultado

Concedido

Datas do Despacho

Emitido em / por: 07/07/2011 Carlos Henrique de Brito Cruz

Orçamento Consolidado

Benefícios	Solicitado		Despacho	
	Valor (R\$)	Valor (US\$)	Valor (R\$)	Valor (US\$)
Capital				
Material Permanente	13.158,00	0,00	13.158,00	0,00
Custeio				
Despesas de Transporte	0,00	0,00	0,00	0,00
Diárias	0,00	0,00	0,00	0,00
Material de Consumo	0,00	0,00	0,00	0,00
Serviços de Terceiros	0,00	0,00	0,00	0,00
Benefícios Complementares	16.000,00	0,00	16.000,00	0,00
Reserva Técnica	1.973,70	0,00	1.973,70	0,00
Reserva de Importação	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	31.131,70	0,00	31.131,70	0,00
Bolsas				
Participação em Cursos	0,00	0,00	0,00	0,00

* http://internet.caph.fapesp.br/SAGe_WEB/printDispatchExternal.do?method=printDisp... 12/7/2011

Treinamento Técnico	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Geral	31.131,70	0,00	31.131,70	0,00

Moeda/Câmbio					
Moeda de Origem (MO)	Moeda Destino	Solicitado		Despacho	
		Taxa de Câmbio	Data de Cotação	Taxa de Câmbio	Data de Cotação
US\$	US\$	1,0000000	28/04/2011	1,0000000	06/07/2011
Obs.: 1(MO) = TC(US\$).					

Dados de Execução

Data Início	01/08/2011
Duração	24 mês(es)
Data Término	31/07/2013
Área de alocação de recursos	Saúde
Relatório Científico (Quantidade)	2
Relatório Científico (Datas)	30/07/2012 30/08/2013
Prestação de Contas (Quantidade)	2
Prestação de Contas (Datas)	30/07/2012 30/08/2013
Categoria de Pesquisa	B/T

Observações / Transcrições / Frases**Observações ao Responsável**

Comunicamos que sua solicitação de auxílio à pesquisa, constante do processo acima referido, foi analisada pela assessoria da FAPESP, tendo sido aprovada.

Cabe-nos informar que alguns dos itens orçamentários solicitados podem não ter sido aprovados, ou aprovados com valores inferiores. Por favor, aguarde o email com as instruções para confirmação de interesse pela concessão.

Para conhecimento do conteúdo do despacho, por favor, acesse o Sistema SAGe (www.fapesp.br/sage), selecionando o item do menu Meus Processos>>Número do Processo e, em Mais Informações, a opção Despacho.

Por favor, para qualquer consulta ou comunicação sobre esta correspondência, use exclusivamente os serviços do "Converse com a FAPESP" em www.fapesp.br/converse.

Atenciosamente,

Carlos Henrique de Brito Cruz
Diretor Científico

Frases para o Responsável

Não há frases associadas.

Transcrição de Parecer para o Responsável

ANÁLISE GERAL DA PROPOSTA - A FAPESP denomina "Proposta" o conjunto de três partes a serem analisadas, composto por: 1. Histórico Acadêmico do Solicitante da Proposta; 2. Projeto de Pesquisa e; 3. Orçamento. Por favor, preencha este item depois de preencher os outros itens deste formulário.

O projeto de pesquisa apresentado é original e apresenta grande potencial para aprimorar o corpo do conhecimento científico na área pretendida. A proponente apresenta produção científica muito boa. O outro pesquisador que integra a equipe de trabalho também apresenta uma produção científica expressiva e possui grande experiência na área de biomecânica, o que certamente contribuirá para a análise dos dados, principalmente em relação à eletromiografia.