

Revista UNILUS Ensino e Pesquisa

v. 10, n. 20, jul./set. 2013

ISSN (impresso): 1807-8850

ISSN (eletrônico): 2318-2083

UNILUS

Centro Universitário Lusíada

Rua Armando Salles de Oliveira, 150

Boqueirão – Santos/SP – Brasil

11050-071

(13) 3202-4500

Carlos Alberto Vieira de Menezes Junior

Fisioterapeuta e Acadêmico do Curso de Pós-Graduação em Fisioterapia Hospitalar do Centro Universitário Lusíada

Mônica Jesus da Guia

Fisioterapeuta e Acadêmica do Curso de Pós-Graduação em Fisioterapia Hospitalar do Centro Universitário Lusíada

Keiti Amancio Perão

Fisioterapeuta e Acadêmica do Curso de Pós-Graduação em Fisioterapia Hospitalar do Centro Universitário Lusíada

Emerson dos Santos

Coordenador Mestre do Curso Fisioterapia pelo Centro Universitário Lusíada

REPERCUSSÕES DA DOENÇA RENAL CRÔNICA E DA HEMODIÁLISE NA FUNÇÃO PULMONAR: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

RESUMO

A doença renal crônica acarreta alterações em todos os sistemas corporais. Os pacientes cursam com marcada redução da função pulmonar em consequência da síndrome urêmica, pois estes pacientes apresentam alterações musculares decorrentes do sedentarismo e do metabolismo proteico ineficiente, ocasionando diminuição da capacidade residual funcional e a propensão do surgimento de doenças obstrutivas e restritivas. Na presente revisão bibliográfica, foi discutido as principais alterações que a doença renal crônica e o regime hemodialítico, promovem à função pulmonar e realça a importância do fisioterapeuta atuando de forma profilática e também na reabilitação do paciente com doença renal crônica.

Palavras-chave: Doença Renal Crônica; Função Pulmonar; Hemodiálise.

REPERCUSSIONS OF DISEASE RENAL CHRONIC E HEMODIALYSIS IN FUNCTION PULMONARY: THE BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

ABSTRACT

Chronic kidney disease leads to changes in all body systems. The patients present with marked reduction in lung function as a result of uremic syndrome, as these patients have muscle disorders stemming from inactivity and inefficient protein metabolism, resulting in decreased functional residual capacity and propensity of the emergence of obstructive and restrictive. In this literature review, discussed the major changes that chronic kidney disease and hemodialysis system, promote pulmonary function and highlights the importance of the therapist acting as a prophylactic and also in the rehabilitation of patients with chronic kidney disease.

Keywords: Chronic Kidney Disease; Pulmonary Function; Hemodialysis.

REPERCUSIONES DE LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA EN LA HEMODIÁLISIS EN LA FUNCIÓN PULMONAR: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

RESUMEN

La enfermedad renal crónica conduce a cambios en los sistemas del cuerpo. Los pacientes se presentan con marcada reducción en la función pulmonar como resultado del síndrome urémico, ya que estos pacientes tienen trastornos musculares derivadas de la inactividad y el metabolismo de las proteínas ineficaz, lo que resulta en una disminución de la capacidad residual funcional y la propensión de la aparición de obstrutivas y restrictivas. En esta revisión de la literatura, discute los principales cambios que la enfermedad renal crónica y el sistema de hemodiálisis, promueven la función pulmonar y pone de relieve la importancia de que el terapeuta actúa como profiláctico y también en la rehabilitación de pacientes con enfermedad renal crónica.

Palabras clave: Enfermedad Renal Crónica, la función pulmonar; Hemodiálisis.

INTRODUÇÃO

A insuficiência renal crônica compreende um distúrbio patológico irreversível caracterizado pela perda da capacidade de manutenção da homeostase pelos rins, os quais são responsáveis pela regulação das funções vitais do organismo como equilíbrio hídrico, ácido-básico e eletrolítico, participando de funções hormonais e regulação da pressão arterial. O paciente renal crônico necessita de terapia dialítica, como hemodiálise e diálise peritoneal para sobrevivência, pois elas substituem parcialmente a função dos rins comprometidos, enquanto o paciente aguarda uma solução definitiva como o transplante renal, se possível (PARMAR, 2002).

A doença renal crônica é considerada um grande problema de saúde pública, com implicações sociais e econômicas. Em todo o mundo, custos com terapia renal substitutiva consomem parcela significativa do orçamento destinado à saúde. O encargo financeiro é ainda maior quando se avalia a complexa interação da doença renal crônica com o risco aumentado de eventos cardiovasculares (MARTINS et al., 2009).

A etiologia da insuficiência renal crônica envolve doenças primárias do rim, doenças sistêmicas e doenças hereditárias. As suas causas mais comuns são: diabetes melito, glomerulonefrites, nefrosclerose hipertensiva, doença renovascular, rins policísticos, uropatias obstrutivas e malformações congênitas. Entretanto, duas situações são etiopatogenicamente mais importantes: o diabetes melito e a hipertensão arterial sistêmica, ambas com alta prevalência na população em geral (NISSENSON, 2002). Além disso, conjuntamente com o fator de risco de história familiar de doença renal, são também os mais prevalentes para a necessidade de terapia renal substitutiva (MOURA et al., 2008). A terapia renal substitutiva reduz os sintomas da doença e preserva a vida do paciente, porém, não é curativa (MARTINS; CESARIANO, 2005).

O sistema respiratório é afetado tanto pela doença, quanto por seu tratamento (hemodiálise ou diálise peritoneal). A uremia e a diálise interagem no estímulo respiratório, mecânica, função muscular e troca de gases (PREZANT, 1990).

Uma das principais causas da perda da capacidade respiratória é a diminuição da força dos músculos respiratórios responsáveis pela dinâmica respiratória. A diminuição dos volumes e capacidades pulmonares encontrados nesses pacientes resulta em dificuldade ou até mesmo incapacidade de realização de exercício (MARCHESAN et al., 2008).

Foi demonstrado que pacientes com insuficiência renal crônica em hemodiálise apresentaram melhora significativa da força e endurance dos músculos respiratórios após o treinamento específico destes músculos (WEINER et al., 1996).

Realizar exercícios durante a hemodiálise melhora a intolerância a estes e a qualidade de vida do paciente, podendo diminuir as sessões de hemodiálise (PAINTER, 2000). Portanto, o presente estudo tem o objetivo de descrever as repercussões da Insuficiência Renal Crônica sobre a função pulmonar em pacientes renais crônicos submetidos à hemodiálise e indicar os benefícios da fisioterapia sobre a função pulmonar.

DOENÇA RENAL CRÔNICA

A doença renal crônica é definida como a perda progressiva e irreversível das funções glomerular, tubular e endócrina do rim com uma taxa de filtração glomerular abaixo de 60 ml/min/1,73m² por um período superior a três meses. Quando essa doença atinge níveis de taxa de filtração glomerular abaixo de 15 ml/min/1,73 m² é denominada insuficiência renal crônica, necessitando de terapia renal substitutiva, ou seja, diálise e transplante renal (ROMÃO JUNIOR, 2004).

A Doença Renal é dividida em cinco estágios funcionais, de acordo com o grau de função renal do paciente, descritas por Martins et al. (2009):

Estágio 1 – Fase de lesão com função renal normal: corresponde às fases iniciais de lesão renal, ainda com filtração glomerular preservada, ou seja, o ritmo de filtração glomerular está acima de 90ml/min/1,73m².

Estágio 2 – Fase de doença renal funcional ou leve: ocorre no início da perda de função dos rins. Nessa fase, os níveis de uréia e creatinina plasmáticos ainda são normais, não há sinais ou sintomas clínicos importantes de insuficiência renal, e somente métodos acurados de avaliação da função do rim (clearance de creatinina, por exemplo) conseguem detectar essas anormalidades. Os rins conseguem manter razoável controle do meio interno. Corresponde a um ritmo de filtração glomerular entre 60 e 89 ml/min/1,73 m².

Estágio 3 – Fase de doença renal laboratorial ou moderada: nessa fase, embora os sinais e sintomas da uremia possam estar presentes de maneira discreta, o paciente mantém-se clinicamente bem. Na maioria das vezes, apresenta somente sinais e sintomas ligados a causa básica (lúpus, hipertensão arterial, Diabetes melito, infecções urinárias etc.). Avaliação laboratorial simples, já nos mostra níveis elevados de uréia e de creatinina plasmáticos. Corresponde a uma faixa de ritmo de filtração glomerular entre 30 e 59 ml/min/1,73 m².

Estágio 4 – Fase de doença renal clínica ou severa: Apresenta sinais e sintomas marcados de uremia. Dentre estes, a anemia, a hipertensão arterial, o edema, a fraqueza, o mal-estar e os sintomas digestivos são os mais precoces e comuns. Corresponde à faixa de ritmo de filtração glomerular entre 15 e 29 ml/min/1,73 m².

Estágio 5 – Fase de insuficiência renal crônica: como o próprio nome indica, corresponde à faixa de função renal na qual os rins perderam o controle do meio interno, que se torna bastante alterado para manter-se compatível com a vida. Nessa fase, o paciente encontra-se intensamente sintomático. Suas opções terapêuticas são os métodos de depuração artificial do sangue (diálise peritoneal e hemodiálise) ou transplante renal. Compreende um ritmo de filtração glomerular inferior a 15 ml/min/1,73 m².

Assim, o paciente com insuficiência renal crônica apresenta múltiplas e sérias alterações clínicas laboratoriais, que devem ser prontamente diagnosticadas e corrigidas. Com a deterioração da função renal, literalmente todos os demais órgãos e sistemas orgânicos são envolvidos e passam a funcionar de maneira anormal. Chega-se a uma situação em que somente com diálise ou com transplante renal há possibilidade de sobrevivência do paciente. A essa grande quantidade de sinais, sintomas e alterações físico-químicas, que ocorrem nesse momento, dá-se o nome de uremia ou síndrome urêmica (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA, 2004).

A definição acurada do grau de função renal é importante para determinar o início, a severidade e a progressão da doença renal crônica, assim como, ajustar doses de medicamentos, interpretar sinais e sintomas que podem acompanhar a síndrome urêmica e auxiliar na decisão de quando iniciar o tratamento dialítico ou indicar o transplante renal (ROMÃO JUNIOR, 2004).

A presença da doença renal crônica está relacionada a uma série de complicações clínicas que aparecem principalmente em uma fase mais avançada da insuficiência renal crônica e que deve ser diagnosticadas e tratadas prontamente, diminuindo os riscos de internações em unidades de tratamento intensivo. Destas, as mais relevantes são desnutrição, anemia, osteodistrofia, alterações eletrolíticas, acidose metabólica e complicações cardi-respiratórias (MARTINS et al., 2009).

TRATAMENTO

A hemodiálise é a terapêutica mais utilizada para tratamento, controle e manutenção vital de pacientes portadores de insuficiência renal crônica. A hemodiálise remove os solutos urêmicos acumulados e o excesso de água, e restabelece o equilíbrio eletrolítico e ácido-básico do organismo. Atualmente, no Brasil, mais de 75.000 pacientes porta-

dores de insuficiência renal crônica são mantidos em programas de hemodiálise (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000).

A indicação do tratamento dialítico deve ser estabelecida principalmente a partir da identificação das manifestações de uremia (síndrome urêmica) associada à insuficiência renal crônica, que constituem indicações certas de diálise. Geralmente estas ocorrem em pacientes com função renal inferior a 10 mL/min/1,73m². O tratamento dialítico deve ser indicado mais precocemente em portadores de diabetes mellitus e insuficiência cardíaca congestiva, e naqueles que apresentarem sinais de desnutrição protéico-energética, como redução espontânea da ingestão protéica diária, hipoalbuminemia, redução da massa corporal magra, sem resposta às medidas clínicas usuais (MARTINS et al., 2009).

A hemodiálise se baseia na transferência de solutos e líquidos através de uma membrana semipermeável que separa os compartimentos sanguíneos do "banho de diálise" (dialisado) no hemodialisador (filtros capilares). O dialisado deve conter água tratada isenta de contaminantes químicos e de partículas em suspensão, embora não precise ser estéril (bactérias e microorganismos não ultrapassam a membrana dialisadora). A concentração de sódio deve ser aproximadamente 136 a 138 mEq/L para maior estabilidade hemodinâmica do paciente, e a de potássio deve variar em função dos níveis séricos do paciente (de 0 a 3,5 mEq/L). Para maior estabilidade hemodinâmica e melhor correção de acidose metabólica do paciente, preconiza-se o uso de soluções contendo bicarbonato de sódio (32-35 mEq/L) como tampão. Além desses elementos químicos, o dialisado contém cloro, magnésio, cálcio e glicose. O fluxo de dialisado pelo hemodialisador é de 500 a 800 mL/min, havendo, assim, contato de sangue do paciente com cerca de 120 a 180 L de fluido dialisador a cada 4 horas de hemodiálise. Os hemodialisadores são fabricados com fibras capilares, nos quais o sangue flui através de numerosos capilares ocios em torno de 200 µ de diâmetro interno, e o dialisado banha esses capilares externamente. Essas membranas são fabricadas com uma variedade de tipos de materiais (cuprofano, polissulfona, acetato de celulose, acrilonitrila etc.), sendo esses fatores determinantes para o processo de biocompatibilidade. A transferência pode ocorrer no sentido do sangue para o dialisado, ou seja, para retirada de toxinas como uréia, creatinina e ácido úrico, ou no sentido do dialisado para o sangue, onde acontece, por exemplo, a passagem de cálcio e bicarbonato para o sangue hipocalcêmico e acidótico do paciente urêmico. (NATIONAL KIDNEY FOUNDATION, 2001).

Um aspecto essencial no tratamento hemodialítico de rotina é a prevenção da coagulação do sangue que flui de 200 a 400 mL/min no sistema extracorpóreo. A heparinização sistêmica é a forma mais utilizada para evitar coagulação do sangue durante o processo de hemodiálise (NATIONAL KIDNEY FOUNDATION, 2001).

Durante o período intradialítico, além de fenômenos de hipotensão, não é incomum a ocorrência de câimbras, hipertensão arterial, náuseas e cefaléia. Complicações menos comuns incluem febre e convulsões. Complicações mais graves, com risco inerente de morte, são raras, podendo ser citada a embolia gasosa e a hemólise. Perdas sanguíneas podem ocorrer devido à ruptura do dialisador ou por coagulação de todo o sistema de diálise. A presença de quadros infecciosos são comuns em pacientes mantidos em hemodiálise e em diálise peritoneal, e o uso de antibióticos deve ser criterioso, observando-se, ainda, a remoção ou não desses medicamentos pelo processo dialítico (CASTRO et al., 2006).

REPERCUSSÕES NA FUNÇÃO PULMONAR

A insuficiência renal crônica e a diálise podem desenvolver disfunções em vários sistemas, como muscular, ósseo, cardiovascular, metabólico e respiratório. O sistema muscular é bastante afetado, e existem muitos fatores causais inter-relacionados no desenvolvimento das alterações musculares nos pacientes renais crônicos, como: a diminuição da ingestão protéico-calórica, atrofia muscular por desuso e desbalanço protéico muscular, que afetam principalmente as fibras musculares tipo II; redução do leito vas-

cular e capilar; presença de calcificação intravascular e diminuição do fluxo sanguíneo local. Esses resultados fazem parte da patogenia da miopatia urêmica e são frequentemente descritos na literatura para músculos esqueléticos como deltoide, quadríceps e abdominais (VIOLAN et al., 2002; McINTYRE et al., 2006; QUINTANILLA; SAHGAL, 1984; FAHAL et al., 1997; ADEY et al., 2000; CUPISTI et al., 2004).

Os músculos responsáveis pelo ato respiratório, como diafragma, intercostais, entre outros, são classificados como músculos esqueléticos e podem apresentar diminuição das propriedades de força e endurance muscular em consequência da miopatia urêmica. Alguns autores estudaram o efeito da uremia no músculo diafragma e concluíram que ocorre perda da força com a uremia severa (TARASUIK; HEIMER; BARK, 1992). O déficit ventilatório decorrente desse comprometimento na musculatura respiratória, em conjunto a outros comprometimentos teciduais pulmonares, afeta a função desse sistema, minimizando a capacidade pulmonar (KEMP et al., 2004; SAKKAS et al., 2003).

São encontradas outras complicações do tecido pulmonar nos pacientes com insuficiência renal crônica, tais como: edema pulmonar, derrame pleural (principalmente no paciente terminal com insuficiência renal crônica), fibrose e calcificação pulmonar e pleural, hipertensão pulmonar, diminuição do fluxo sanguíneo capilar pulmonar e hipoxemia (MARRADES, et al., 1996; KARACAN et al., 2006). Ocorrem ainda déficits no fornecimento de O₂ para os músculos decorrentes da diminuição da microcirculação periférica, diminuição da síntese de ATP muscular por deficiências na utilização de carboidratos, indícios de resistência à insulina e alterações das enzimas glicolíticas e redução da oxidação dos ácidos graxos (MOREIRA; BARROS, 2000; SARNAK et al., 2003; BARDIN, 2003).

Algumas alterações presentes no paciente com insuficiência renal em diálise também são observadas em pacientes transplantados, mesmo depois de restabelecida a função renal. Essas alterações podem ser decorrentes, em parte, a terapia imunossupressora que comumente utiliza corticosteroides, sendo tal medicamento associado com diminuição da síntese e aumento do catabolismo proteico, podendo prejudicar o retorno completo das funções do paciente transplantado renal (VAN BALKOM et al., 1997; KOERTS et al., 2000; MITSUI et al., 2002).

A presença de dispnéia é comum em pacientes com insuficiência renal crônica (WEINER; ZIDAN; ZONDER, 1997).

A função pulmonar no tratamento hemodialítico é prejudicada pela uremia podendo ser agravada por uma doença pulmonar subjacente. Alguns estudos comprovam que a hemodiálise afetará de qualquer forma a função e força muscular respiratória dos pacientes submetidos a esta terapêutica, no entanto é sabido que em apenas uma sessão de hemodiálise não são percebidas alterações bruscas na função muscular respiratória dos pacientes, sendo que o comprometimento intervém de forma progressiva e está associado ao maior período de tempo e ao número de sessões de hemodiálise realizadas (LANG et al., 2006).

Em estudo com objetivo de avaliar as variáveis espirométricas em pacientes submetidos a hemodiálise, observou-se pequenas diferenças nas mesmas. Encontraram pico de fluxo inspiratório igual a 78,7% do previsto, aumento no volume residual, capacidade pulmonar total normal e fator de transferência do monóxido de carbono diminuído, além de padrões obstrutivos, restritivos e mistos (BUSH; GABRIEL, 1991).

Em um trabalho publicado demonstrou-se que pacientes com insuficiência renal crônica que realizavam hemodiálise regularmente possuíam antes da diálise, diminuição da força dos músculos inspiratórios e reduções menos significativas na resistência dos mesmos. Porém, força e endurance aumentaram após hemodiálise na maior parte dos pacientes (WEINER; ZIDAN; ZONDER, 1997).

Em outro estudo realizado, observou-se através da amplitude da eletromiografia, decréscimo da atividade mioelétrica dos músculos respiratórios e que a fraqueza dos músculos respiratórios pode ser uma das causas da hipoventilação e hipoxemia durante a hemodiálise (WANIC, 1991).

Uma pesquisa comparou a função pulmonar em grupos de indivíduos que realizavam hemodiálise, diálise peritoneal e transplantados, demonstrando que a restrição pulmonar é a disfunção mais encontrada em todos os grupos. Desses, o grupo de pacientes em hemodiálise apresentou maior frequência de achados anormais em radiograma de tórax, tais como espessamento da trama brônquica, hipotransparência e congestão venosa pulmonar (KARACAN et al., 2006). Pacientes com insuficiência renal crônica também apresentam diminuição da endurance e força muscular respiratória em comparação a indivíduos saudáveis (KARACAN et al., 2006; BARK et al., 1988).

Segundo Ikizler et al. (2002), a hemodiálise promove a degradação da musculatura e das proteínas de todo o organismo. A fraqueza muscular generalizada presente nos pacientes em tratamento hemodialítico afeta predominantemente os membros inferiores e a musculatura proximal, sugerindo um acometimento acentuado da musculatura respiratória (VIEIRA et al., 2005). De fato, em dois estudos foi demonstrado que pacientes com insuficiência renal crônica têm diminuição significativa da força muscular respiratória (KARACAN et al., 2006; BARK et al., 1988). Em outra pesquisa, demonstrou-se também a redução da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) após sessões de hemodiálise (KARACAN et al., 2004).

Rocha e Araújo (2010), afirmam que valores acima de 60 cmH₂O excluem clinicamente a fraqueza dos músculos respiratórios e discutem o consenso de que apenas pacientes com PI_{máx} abaixo de 60 cmH₂O precisam de treinamento específico para a musculatura inspiratória e expiratória. No mesmo estudo, os autores encontraram reduções de PI_{máx} e pressão expiratória máxima (PE_{máx}) nos pacientes com doença renal crônica em hemodiálise, comparados com indivíduos saudáveis.

Em uma pesquisa, foram avaliadas a função pulmonar e a capacidade funcional em pacientes renais crônicos em hemodiálise, sendo possível afirmar que ocorrem nestes pacientes, diminuição na capacidade vital forçada (CVF), no volume expirado forçado no primeiro segundo (VEF1), na ventilação voluntária máxima (VVM), apontada através da espirometria; da mesma forma foi evidente a redução na capacidade vital, demonstrada pelo teste de caminhada de 6 minutos e, valores inferiores ao predito nas pressões respiratórias máximas: PI e PE máximas, confirmada pela manovacuometria (CURY et al., 2010).

No estudo de Karacan et al. (2006), foi observado que os pacientes com insuficiência renal crônica, em hemodiálise, perante os testes pré-hemodiálise, tiveram boa preservação de volumes pulmonares e fluxos de expirações. Entretanto, em relação à manovacuometria os testes demonstraram que as mensurações da PI_{máx} e PE_{máx} estavam ambas abaixo do normal, em relação a critérios preditivos.

Em outra pesquisa com objetivo de avaliar a função pulmonar de pacientes renais crônicos em estágio terminal da doença através dos testes de espirometria, manovacuometria e gasometria, mensurados antes e após a hemodiálise, demonstrou que dos 33 pacientes avaliados, 63,6% apresentaram alguma alteração na espirometria pré-hemodiálise, observando-se que após a sessão houve melhora das variáveis, com exceção da CVF, ocorrendo também o aumento na quantidade de espirometrias normais (51,5%); 48,5% apresentaram anormalidades na força muscular inspiratória e expiratória reveladas pela manovacuometria, da mesma forma apresentando após hemodiálise, melhora significativa. Entretanto, este estudo foi capaz de certificar que nesta fase é notável a ocorrência de alterações na função pulmonar, mesmo não sendo apresentados sintomas respiratórios pelos pacientes, podendo a função pulmonar ser melhorada já após a realização da hemodiálise (BIANCHI et al., 2009).

Em outro estudo com objetivo de avaliar o volume e a capacidade ventilatória, assim como a força de musculatura respiratória em 25 pacientes com insuficiência renal crônica em hemodiálise, demonstrou diferença estatisticamente significativa para valores de volume corrente pré e pós-hemodiálise. As pressões inspiratórias e expiratórias máximas, assim como a capacidade vital apresentaram diferença estatisticamente menores após a realização do tratamento. Concluindo que realização da hemodiálise em pacientes

com insuficiência renal altera de maneira significativa a função pulmonar (DUARTE et al., 2011).

Um estudo realizado com 61 pacientes, sendo 39 homens e 22 mulheres, com objetivo de analisar a espirometria antes e após uma sessão de hemodiálise, observaram um aumento da Capacidade Vital (CV) e VEF1 após a hemodiálise. Para a relação VEF1/CVF, a diferença verificada não foi estatisticamente significativa (ALVES et al., 1989).

Em uma pesquisa com objetivo de avaliar a função pulmonar, a força muscular respiratória e o teste de caminhada de seis minutos em pacientes com insuficiência renal crônica em hemodiálise, dos 27 pacientes analisados, percebeu-se que a função pulmonar avaliada pela manovacuometria e a capacidade vital (CV) estiveram inferiores ao valor mínimo aguardado; em 38,2% foi reduzido o valor da PI máxima e 29% da PE máxima; houve correlação significativa entre a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos com PI máxima e CV, e ao mesmo tempo entre a CV com PI máxima e PE máxima. Concluindo que os pacientes apresentaram comprometimento significativo e diretamente proporcional na capacidade muscular ventilatória atingindo e prejudicando seu desempenho funcional (JATOBÁ et al., 2008).

Schardong, Lukrafka e Garcia (2008), avaliaram a função pulmonar, a força muscular respiratória e a qualidade de vida em 30 pacientes com doença renal crônica e que realizavam hemodiálise. Os autores observaram redução nos valores da função pulmonar, assim como, valores abaixo do previsto para PImáx e nenhum paciente atingiu valores de normalidade para PEmáx.

A limitação ao fluxo aéreo, desordens obstrutivas, redução da capacidade de difusão pulmonar, diminuição da endurance e força muscular respiratória são as alterações pulmonares mais encontradas (KOVELIS et al., 2008; JATOBÁ et al., 2008; SCHARDONG, LUKRAFKA, GARCIA, 2008). Porém, a mensuração da força e funcionalidade dos músculos respiratórios permite o diagnóstico precoce destas alterações, auxiliando no estabelecimento de protocolos de treinamento direcionados (QUEIROZ, NASCIMENTO, 2006).

BENEFÍCIOS DA FISIOTERAPIA NA FUNÇÃO PULMONAR

A redução da força muscular respiratória gera outros problemas, como a dificuldade de respirar e a propensão do desenvolvimento de câimbras, tanto pela inatividade, quanto pela dificuldade do músculo em utilizar o oxigênio (MARCHESAN et al., 2008).

Em um estudo foi observado melhora significativa da distância caminhada por pacientes com insuficiência renal crônica que se submeteram ao protocolo de reabilitação com uso de pressão positiva contínua na via aérea (CPAP) (SANTOS et al., 2000).

Marchesan et al. (2008), realizaram uma pesquisa com treinamento de força muscular respiratória em 11 pacientes com doença renal crônica em hemodiálise, destes seis constituíram o grupo controle e cinco o grupo experimental. O treinamento foi realizado através da utilização da manovacuometria. O mesmo foi prescrito a partir dos valores individuais obtidos na prova de manovacuometria. A intensidade progrediu a cada 15 sessões de treinamento, tendo iniciado com 50% da carga máxima (CM); passando para 55% até a 30ª sessão e a partir da 31ª a 45ª sessão foi utilizado 60% da CM. O treinamento constituiu-se por 30 manobras inspiratórias e 30 manobras expiratórias. Os dados obtidos após 15 semanas de treinamento, com frequência de 3 vezes por semana e duração de aproximadamente de 20 minutos, foi uma melhora estatisticamente significativa, nas variáveis resistência aeróbica, pressões inspiratória e expiratória máxima PImáx e PEmáx no grupo experimental.

Em outro estudo composto por 15 indivíduos com insuficiência renal crônica, submetidos à hemodiálise, avaliou as pressões inspiratória máxima (PImáx) e expiratória máxima (PEmáx) através da manovacuometria; função pulmonar pela espirometria e a capacidade funcional através da distância percorrida e consumo de oxigênio obtido no

teste da caminhada dos seis minutos (TC6M). No período de oito semanas, foi aplicado o protocolo de treinamento muscular respiratório (TMI) durante a sessão de hemodiálise, com carga estabelecida de 40% da P_{Imáx} e uma frequência semanal de três dias alternados. Como resultados houve um aumento significativo na variável distância percorrida após o treinamento, porém não foram encontradas diferenças estatísticas na comparação antes e após treinamento nas demais variáveis do estudo (GIENDRUCZAK et al., 2011).

Um programa de exercício físico com pacientes submetidos à hemodiálise, foi realizado por Coelho et al., (2006). No período de três vezes por semana durante 8 semanas. Os autores observaram melhora estatisticamente significativa das medidas de P_{Imáx} (de -86 ± 29 para -117 ± 3 cmH₂O) e P_{Emáx} (de 75 ± 31 para 94 ± 20 cmH₂O), o que não ocorreu com a resistência (endurance) da musculatura respiratória. Vale salientar que houve associação de exercício aeróbico com bicicleta ergométrica e esteira, além de treinamento específico para a musculatura respiratória com o uso do Threshold com uma carga correspondente a 30% da P_{Imax}. Apesar dos resultados, os autores concluem que mais pesquisas sobre intervenções fisioterapêuticas durante a hemodiálise são necessárias.

MATERIAS E MÉTODOS

Foi realizado uma revisão de bibliográfica através de bases de dados eletrônicas Lilacs, Medline, Scielo, Bireme, PubMed, acervo da biblioteca da Fundação Lusíada, análise de artigos científicos em português e de línguas estrangeiras, livros e sites governamentais pertinentes com os seguintes descritores: doença renal crônica (chronic kidney disease), função pulmonar (pulmonary function) e hemodiálise (hemodialysis). Quanto à pesquisa específica das repercussões da doença renal crônica e da hemodiálise na função pulmonar, foram selecionados 30 artigos científicos em português e de línguas estrangeiras, publicados entre o ano de 1987 e 2011.

DISCUSSÃO

O sistema pulmonar é afetado pela doença renal e pela diálise. Alterações na função muscular respiratória, mecânica pulmonar e nas trocas gasosas são muito frequentes na doença renal crônica. A disfunção pulmonar pode ser o resultado direto da circulação de toxinas urêmicas, ou indireto, a partir da sobrecarga do volume no coração gerando edema agudo, anemia, supressão imunológica, calcificação extra-óssea, desnutrição, desordens eletrolíticas e desequilíbrio ácido-base (PREZANT, 1990).

Estudos correlacionam o período de tempo por hemodiálise sugerindo que os pacientes com insuficiência renal crônica sofrem redução significativa na força muscular respiratória (KARACAN et al., 2006).

Nos pacientes que realizam hemodiálise durante um período prolongado, o tratamento reproduz em longo prazo uma redução na capacidade de difusão pulmonar, demonstrada pelos testes de espirometria e gasometria, provavelmente ocasionados pela fibrose pulmonar crônica, decorrente da mesma forma pelo período de tempo de tratamento pela hemodiálise (HERRERO et al., 2002). Corroborando com este estudo KOVELIS et al. (2008), observaram em seu estudo correlação entre a perda de força muscular respiratória e o tempo de tratamento pela hemodiálise, ademais pode demonstrar que os pacientes apresentaram melhora da capacidade vital forçada (CVF) já após o término da primeira sessão.

Rocha e Araújo (2010), observaram a influência imediata pós-sessão de hemodiálise na força muscular respiratória através da mensuração das P_I e P_E máximas pelo manovacuômetro, relacionando a integridade e a presença de uma possível fraqueza muscular nos pacientes com doença renal crônica. Assim, os pesquisadores, após a sessão, demonstraram a ocorrência de melhora somente na P_I máxima dos que apresentaram esta variável inferior a 60cmH₂O anteriormente a hemodiálise. Dessa forma, percebeu-se

no estudo que uma única sessão de hemodiálise torna-se insuficiente para influenciar de forma expressiva no aumento da força muscular respiratória desses pacientes.

Um trabalho demonstrou que existe diminuição da força (52,9% do previsto) e endurance dos músculos respiratórios antes da hemodiálise e que isto decorre dos efeitos agudos da hemodiálise sobre os músculos respiratórios (WEINER, ZIDAN, ZONDER, 1997). Em outro estudo realizado por Coelho et al. (2006), a P_{Imax} dos pacientes também apresentou-se reduzida em relação ao previsto (89,6%). Entretanto, o maior prejuízo ocorreu em relação à P_{Emax}, com valor de apenas 42,8% do previsto como foi também observado em outra publicação (RODRIGUES, CASTRO, COELHO, 2000). Tal achado demonstra um comprometimento acentuado da musculatura abdominal decorrente da diminuição do nível de atividade física destes pacientes.

Foi observado nos pacientes em hemodiálise, que a força e resistência dos músculos inspiratórios estavam reduzidas e que o treinamento específico da musculatura inspiratória melhorou a performance destes músculos (WEINER et al., 1996). Corroborando com outro estudo, o qual demonstrou que o treinamento da musculatura inspiratória, mesmo com cargas baixas (30% do valor da P_{Imax}), resultou em melhora significativa desta medida após o tratamento. Embora o treinamento específico da musculatura expiratória não tenha sido realizado, também foi demonstrado o aumento significativo da P_{Emax} provavelmente pelo trabalho imposto à musculatura abdominal durante os exercícios de condicionamento físico (COELHO et al., 2006). Em contrapartida, uma pesquisa apresentou que tanto a força da musculatura inspiratória quanto expiratória estavam diminuídas nos pacientes com insuficiência renal crônica, em comparação ao previsto, entretanto, o treinamento da musculatura inspiratória não demonstrou diferença significativa após o tratamento (RODRIGUES; CASTRO; COELHO, 2000).

Tendo como base a publicação de Painter e Hanson (1987) apud Marchesan et al. (2008), onde os mesmos citam que a função do sistema respiratório é desregulada na insuficiência renal crônica, provocando um desequilíbrio entre as trocas gasosas, pode-se dizer que essa alteração é também um fator desencadeante da redução da capacidade do paciente em realizar atividades físicas, pois durante a mesma é de grande importância a integralidade do funcionamento da capacidade de ventilação e utilização do oxigênio, proporcionando uma diminuição da força muscular respiratória.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que a associação entre a patogenia da insuficiência renal crônica e os riscos oferecidos pelos métodos dialíticos, contribuem para o decréscimo da capacidade funcional desses pacientes, afetando vários sistemas, dentre eles o respiratório. Porém, percebe-se controvérsias com relação ao efeito da hemodiálise sobre as alterações na força muscular respiratória relatadas pelos autores, onde alguns descrevem que o tratamento pós hemodiálise não interfere na força muscular respiratória, outros autores propõem que após a hemodiálise há possibilidade de redução na força e ainda há os que referem que o tratamento pós hemodiálise proporciona melhora na força muscular respiratória.

O comprometimento do sistema respiratório afeta também a capacidade do paciente renal na realização de exercícios, principalmente em decorrência da perda da força da musculatura respiratória. Desta forma, o fisioterapeuta terá um papel importante na reabilitação dessa população, tanto de forma terapêutica como profilática. Sendo este capacitado para avaliar e tratar as alterações respiratórias provenientes da insuficiência renal crônica associada à hemodiálise.

Torna-se necessário também a realização de mais pesquisas sobre os efeitos da hemodiálise sobre a função pulmonar assim como as intervenções fisioterapêuticas durante este tratamento.

REFERÊNCIAS

- ADEY D, KUMAR R, MCCARTHY JT, NAIR KS. Reduced synthesis of muscle proteins in chronic renal failure. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2000;278(2):E219-25.
- ALVES, J. et al. Alterações espirométricas provocadas pela hemodiálise. Sua relação com a variação dos parâmetros vulgarmente utilizados na medição da eficácia hemodialítica. *Acta Médica Portuguesa*. v. 2, n. 4/5, p. 195-198, 1989.
- BARDIN T. Musculoskeletal manifestations of chronic renal failure. *Curr Opin Rheumatol*. 2003;15(1):48-54.
- BARK H, HEIMER D, CHAIMOVITZ C, MOSTOSLOVSKI M. Effect of chronic renal failure on respiratory muscle strength. *Respiration*. 1988;54(3):153-61.
- BIANCHI, P.D.; MENA BARRETO, S.S; THOMÉ, F.S.; KLEIN, A.B. Repercussão da hemodiálise na função pulmonar de pacientes com doença crônica terminal. *Jornal Brasileiro de Nefrologia*. Cruz Alta, v. 31, nº1, p. 25-31, 2009.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resolução RCD n.63/ ANVISA**, de 6 de julho de 2000.
- BUSH A, GABRIEL R. Pulmonary function in chronic renal failure: effects of dialysis and transplantation. *Thorax* 1991; 46:424-8.
- CASTRO, M.C.M; LUDERS, C; ELIAS, R.M; ABENSUR, H; ROMÃO JUNIOR, J.E; High-efficiency short daily haemodialysis – morbidity and mortality rate in a long-term study. *Nephrology Dialise Transplant*, 2006; 21:2232-42.
- COELHO, M.D, CASTRO, M.A, TAVARES, A.H, ABREU, B.C.P, GLÓRIA, R.R, DUART, H.M,. Efeitos de um programa de exercícios físicos no condicionamento de pacientes em hemodiálise. *Jornal Brasileiro de Nefrologia*, 2006; 28(3):121-27.
- CUPISTI A, LICITRA R, CHISARI C, STAMPACCHIA G, D’ALESSANDRO C, GALETTA F, et al. Skeletal muscle and nutritional assessment in chronic renal failure patients on a protein-restricted diet. *J Inter Med*. 2004;255(1):115-24.
- CURY. J.L.; BRUNETTO, A.F.; AYDOS, R.D. Efeitos negativos da insuficiência renal crônica sobre a função pulmonar e a capacidade funcional. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. São Carlos, v. 14, nº2, p. 91-98, 2010.
- DUARTE J. , MEDEIROS R., PIETRO T., LOPES T. Alterações de volumes e capacidades pulmonares pré e pós-hemodiálise em insuficiência renal crônica. *J Health Sci Inst*. 2011;28(1):70-2.
- FAHAL IH, BELL GM, BONE JM, EDWARDS RH. Physiological abnormalities of skeletal muscle in dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 1997;12(1):119-27.

MENEZES JUNIOR, C. A. V. de; GUIA, M. J. da; PERÃO, K. A.; SANTOS, E. dos. Repercussões da doença renal crônica e da hemodiálise na função pulmonar: uma revisão bibliográfica. *Revista UNILUS Ensino e Pesquisa*, v. 10, n. 20, jul./set. 2013, ISSN (impresso): 1807-8850, ISSN (eletrônico): 2318-2083

HERRERO, J.A.; ÁLVAREZ-SALA, J.L.; CORONEL, F.; MORATILLA, C.; GÁMEZ, C.; SÁNCHEZ-ALARCOS, J.M.F. Pulmonary diffusing capacity in chronic dialysis patients. *Respir Medic*. Espanha, v.96, nº7, p. 487-92, 2002.

IKIZLER TA, PUPIM LB, BROUILLETTE JR, LEVENHAGEN DK, FARMER K, HAKIM RM, et al. Hemodialysis stimulates muscle and whole body protein loss and alters substrate oxidation. *Am.J.Physiol Endocrinol Metab*. 2002;282(1):E107-E116.

JATOBÁ, P.C.; AMARO, W.F.; DE ANDRADE, A.A.; CARDOSO, F.P.F.; MONTEIRO, A.M.H. OLIVEIRA, M.M. Avaliação da função pulmonar, força muscular respiratória e teste de caminhada de seis minutos em pacientes portadores de Doença Renal Crônica em hemodiálise. *J Bras Nefrol*. Brasília, v.30, nº 4, p. 280-287, 2008.

KARACAN, O.; TUTAL, E.; COLAK, T.; SEZER, S.; EYUBOGLU, F.O; HABERAL, M. Pulmonary function in renal transplant recipients and end-stage renal disease patients undergoing maintenance dialysis. *Transplant Proc*. Turquia, v. 38, nº2, p. 396-400, 2006.

KARACAN O, TUTAL E, UYAR M, EYÜBOĞLU FO, SEZER S, OZDEMIR FN. Pulmonary function in uremic patients on long-term hemodialysis. *Ren Fail*. 2004;26(3):273-8.

KEMP GJ, CROWE AV, ANIJEET HK, GONG QY, BIMSON WE, FROSTICK SP, et al. Abnormal mitochondrial function and muscle wasting, but normal contractile efficiency, in hemodialysed patients studied non-invasively in vivo. *Nephrol Dial Transplant*. 2004;19(6):1520-7.

KOERTS-DE LANG E, SCHOLS AM, ROOYACKERS OE, GAYAN-RAMIREZ G, DECRAMER M, WOUTERS EF. Different effects of corticosteroid-induced muscle wasting compared with undernutrition on rat diaphragm energy metabolism. *Eur J Appl Physiol*. 2000;85(5-6):493-8.

KOVELIS, D.; PITTA, F.; PROBST, V.S.; PERES, C.P.A; DELFINO, D.A.; MOCELINS, A.J. Função pulmonar e força muscular respiratória em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. Londrina, v. 34, nº11, p.907-912, 2008.

LANG, S.M.; BECKER, A.; FISCHER, R.; HUBER, R.M.; SCHIFFL, H. Acute effects of hemodialysis on lung function in patients with end-stage renal disease. *Wien Kin Wochenschr*. Alemanha, v. 118, nº3, p. 108-113, 2006.

MARCHESAN M, KRUG RR, MOREIRA PR, KRUG MR. **Efeitos do treinamento de força muscular respiratória na capacidade funcional de pacientes com insuficiência renal crônica**. Revista Digital Buenos Aires 2008; 13:119 [acesso em 10 de janeiro de 2013; <http://www.efdepor-tes.com/>].

MARRADES RM, ROCA J, CAMPISTOL JM, DIAZ O, BARBERA JA, TORREGOSA JV, et al. Effects of erythropoietin on muscle O2 transport during exercise in patients with chronic renal failure. *J Clin Invest*. 1996;97(9):2092-100.

MARTINS, M.A; CARRILHO, F.J; ALVES, V.A.F; CASTILHO, E.A; CERRI, G.G; LUNG WEN, C. *Clínica Médica*, vol. 3, São Paulo, Manole, 2009, Cap.7 e 8 p.637-76.

MENEZES JUNIOR, C. A. V. de; GUIA, M. J. da; PERÃO, K. A.; SANTOS, E. dos. Repercussões da doença renal crônica e da hemodiálise na função pulmonar: uma revisão bibliográfica. *Revista UNILUS Ensino e Pesquisa*, v. 10, n. 20, jul./set. 2013, ISSN (impresso): 1807-8850, ISSN (eletrônico): 2318-2083

MARTINS I. R. M.; CESARIANO B. C. Qualidade de vida de pessoas com doença renal crônica em tratamento hemodialítico. *Revista Latino-americana de Enfermagem*, v. 13, n. 5, p. 670-676, set.-out. 2005.

MCINTYRE CW, SELBY NM, SIGRIST M, PEARCE LE, MERCER TH, NAIS PF. Patients receiving maintenance dialysis have more severe functionally significant skeletal muscle wasting than patients with dialysis-independent chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant*. 2006;21(8):2210-6.

MITSUI T, AZUMA H, NAGASAWA M, IUCHI T, AKAIKE M, ODOMI M, et al. Chronic corticosteroid administration causes mitochondrial dysfunction in skeletal muscle. *J Neurol*. 2002;249(8):1004-9.

MOREIRA PR, BARROS E. Atualização em fisiologia e fisiopatologia renal: bases fisiopatológicas da miopatia na insuficiência renal crônica. *J Bras Nefrol*. 2000;22(1):34-8.

MOURA R.M.F; SILVA F.C.R; RIBEIRO G.M; SOUSA L.D. Efeitos do exercício físico durante a hemodiálise em indivíduos com insuficiência renal crônica: uma revisão. *Fisioterapia e Pesquisa* 2008; 15(1): 86-91.

NATIONAL KIDNEY FOUNDATION: K/DOQI Clinical practice guidelines for hemodialysis Adequacy. *American Journal Kidney Disease*, 2001; 37 (Suppl): 7-S64.

NISSENSON, A. R.; FINE, R. N. *Dialysis Therapy*. 3 ed. Philadelphia: Hanley & Belfus, 2002.

PAINTER, P. L.; HANSON, P. Exercise tolerance changes following renal transplantation. *Am Journal Kidney Dis*. 1987; 10: 452-456

PAINTER, P. Low-Functioning Hemodialysis Patients Improve With Exercise Training. *American Journal of Kidney Diseases* 2000; set 36: 600-8.

PARMAR MS. Chronic renal disease: early identification and active management of patients with renal impairment in primary care can improve outcomes. *BMJ*. 2002; 325(7355):85-90.

PREZANT, DJ. Effect of uremia and treatment on pulmonary function. *Lung*. 1990;168:1-14.

QUEIROZ LO, NASCIMENTO RG. *Repercussões da hemodiálise na função respiratória de pacientes portadores de insuficiência renal crônica* [monografia]. Belém (PA): Universidade da Amazônia, 2006.

QUINTANILLA AP, SAHGAL V. Uremic myopathy. *Inter J Artif Org*. 1984;7(5):239-42.

ROCHA CBJ, ARAÚJO S. Avaliação das pressões respiratórias máximas em pacientes renais crônicos nos momentos pré e pós-hemodiálise. *J Bras Nefrol* 2010; 32:107-13.

MENEZES JUNIOR, C. A. V. de; GUIA, M. J. da; PERÃO, K. A.; SANTOS, E. dos. Repercussões da doença renal crônica e da hemodiálise na função pulmonar: uma revisão bibliográfica. *Revista UNILUS Ensino e Pesquisa*, v. 10, n. 20, jul./set. 2013, ISSN (impresso): 1807-8850, ISSN (eletrônico): 2318-2083

RODRIGUES-MACHADO MG, CASTRO AM, COELHO DC. Respiratory function evaluation and rehabilitation of patients with chronic renal insufficiency under hemodialysis. ***European Resp. Journal*** 2000; 16 (Suppl 31):505.

ROMÃO JUNIOR JE. Doença renal crônica: definição, epidemiologia e classificação. ***Jornal Brasileiro de Nefrologia***. 2004; 26(3 Supl. 1): 1-3.

SANTOS APS, COELHO CC, AQUINO ES, RODRIGUES-MACHADO MG. ***Efeitos da pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) associada à reabilitação cardiorrespiratória em pacientes submetidos à hemodiálise*** [trabalho de conclusão de curso]. Belo Horizonte: Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais; 2000.

SAKKAS GK, SARGEAN AJ, MERCER TH, BAAL D, KOUFAKI P, KARATZAFERI C, et al. Changes in muscle morphology in dialysis patients after 6 months of aerobic exercise training. ***Nephrol Dial Transplant***. 2003;18(9):1854-61.

SARNAK MJ, LEVEY AS, SCHOOLWERTH AC, CORESH J, CULLETON B, HAMM LL, et al. Kidney disease as a risk factor for development of cardiovascular disease: a statement from the american heart association councils on kidney in cardiovascular disease, high blood pressure research, clinical cardiology, and epidemiology and prevention. ***Hypertension***. 2003;42(5):1050-65.

SCHARDONG JT, LUKRAFKA LJ, GARCIA DV. Avaliação da função pulmonar e da qualidade de vida em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise. ***J Bras Nefrol*** 2008; 30:40-7.

SILVA, Vanessa Giendruczak da et al. Efeitos do treinamento muscular inspiratório nos pacientes em hemodiálise. ***Jornal Brasileiro de Nefrologia***, São Paulo, v. 33, n. 01, p.45-51, 01 mar. 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. Diretrizes para a doença renal crônica. ***Jornal Brasileiro de Nefrologia*** 2004; 26 (Supl. 1): 1-87.

TARASUIK A, HEIMER D, BARK H. Effect of chronic renal failure on skeletal and diaphragmatic muscle contraction. ***Am Rev Respir Dis***. 1992;146(6):1383-8.

VAN BALKOM RH, ZHAN WZ, PRAKASH YS, DEKHUIJZEN PN, SIECK GC. Corticosteroid effects on isotonic contractile properties of rat diaphragm muscle. ***J Appl Physiol***. 1997;83(4):1062-7.

VIEIRA WP, GOMES KW, FROTA NB, ANDRADE JE, VIEIRA RM, MOURA FE, et al. Manifestações musculoesqueléticas em pacientes submetidos a hemodiálise. ***Rev Bras Reumatol***. 2005;45(6):357-64.

VIOLAN MA, POMES T, MALDONADO S, ROURA G, DE LA FUENTE I, VERDAGUER T, et al. Exercise capacity in hemodialysis and renal transplant patients. ***Transplant Proc***. 2002;34(1):417-8.

MENEZES JUNIOR, C. A. V. de; GUIA, M. J. da; PERÃO, K. A.; SANTOS, E. dos. Repercussões da doença renal crônica e da hemodiálise na função pulmonar: uma revisão bibliográfica. *Revista UNILUS Ensino e Pesquisa*, v. 10, n. 20, jul./set. 2013, ISSN (impresso): 1807-8850, ISSN (eletrônico): 2318-2083

WANIC-KOSSOWSKA M. Respiratory muscle hypotonia as one of the causes of hypoventilation and hypoxemia in patients with chronic renal failure treated by hemodialysis [Abstract]. *Pol Arch Med Wewn* 1991; 86:26-30.

WEINER P, GANEM R, ZAMIR D, ZONDER H. Specific inspiratory muscle training in chronic hemodialysis [Abstract]. *Harefuah* 1996;130:73-6.

WEINER P, ZIDAN F, ZONDER HB. Hemodialysis treatment may improve inspiratory muscles strength and endurance. *Isr J Med Sci* 1997; 33:134-8.