

Revisão

Iontoforese no tratamento da tendinite calcárea do ombro: implicações clínicas

Iontophoresis in the treatment of calcifying tendinitis of the shoulder: clinical implications

Angélica Rodrigues de Araújo, Ft., M.Sc.*, Maria Emília de Abreu Chaves, Ft.***, Andressa Mariana Araújo Silva, Ft.***, Eleonora Aída Castro Godinho, Ft.***, Gabriela Silva Falqueto, Ft.***, Luciana Bonifacio Hamdan Valicek, Ft.***

.....
*Prof^a do curso de Fisioterapia da PUC Minas, **Especialista em Fisioterapia Ortopédica e Esportiva/UFMG, ***PUC Minas

Resumo

Tendinite calcárea do ombro é caracterizada por uma calcificação reativa dos tendões e incapacidade funcional da articulação envolvida. Diversos tratamentos são realizados, entretanto, os resultados são insatisfatórios. Uma alternativa promissora, porém pouco difundida na prática fisioterápica é a iontoforese com ácido acético. Seus efeitos relacionados à desmineralização e conseqüente reabsorção dos depósitos de cálcio poderiam auxiliar no combate à causa primária dos sintomas da tendinite calcárea. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura a fim de determinar a real viabilidade e parâmetros adequados da iontoforese para o tratamento da tendinite calcárea do ombro. Uma pesquisa documental em bases de dados, além de um levantamento bibliográfico em livros relacionados ao tema foi realizada. Dentre os artigos revisados, os parâmetros para utilização da iontoforese no tratamento da tendinite calcárea do ombro mostraram-se similares, com exceção ao número de sessões. Redução do tamanho do depósito de cálcio, melhora da dor e da função foram citados como benefícios decorrentes dessa técnica. Porém, a escassez de estudos associada à baixa qualidade metodológica das pesquisas, dificultou a tomada de decisão quanto ao papel da iontoforese com ácido acético no tratamento da tendinite calcárea do ombro.

Palavras-chave: tendinite calcárea, iontoforese, ácido acético.

Abstract

Calcifying tendinitis of the shoulder is characterized by a reactive calcification of tendons and functional disability of the involved joint. Several treatments were applied; however, the results are unsatisfactory. A promising alternative, but not well-known in physical therapy practice, is the iontophoresis with acetic acid. Its effects related to demineralization and resorption of calcium deposits could help to fight the primary cause of calcifying tendinitis. The aim of this study was a literature review to determine the real viability and adequate parameters of iontophoresis in calcifying tendinitis of the shoulder. It was made a search of articles in databases, and in books related to the subject. According to the reviewed studies, the parameters for iontophoresis use for the treatment of calcifying tendinitis of the shoulder were similar except for the number of sessions. Size reduction of the calcium deposits, improvement in pain and function were considered benefits of this technique. However, the studies are scarce and their poor methodological quality hinders the decision-making on the role of iontophoresis with acetic acid for the treatment of calcifying tendinitis of the shoulder.

Key-words: calcifying tendinitis, iontophoresis, acetic acid.

Recebido 16 de junho de 2008; aceito em 15 de abril de 2009.

Endereço para correspondência: Angélica Rodrigues Araújo, Rua Castelo de Windsor, 475/302, 31.330-180 Belo Horizonte MG, E-mail: angelica@bios.srv.br

Introdução

A tendinite calcárea ou tendinite calcificante é uma patologia caracterizada por calcificação reativa dos tendões, principalmente os do complexo do ombro [1,2]. A razão para o depósito de cálcio nessas estruturas ainda não é totalmente clara [3-6]. Acredita-se que o processo possa ser resultado de um quadro de atritos constantes na região tendínea [7-9] ou estar relacionado à fibrose e necrose do tendão, com depósitos subseqüentes de cálcio, os quais promovem dor e limitação do movimento articular [4,10].

A incidência da tendinite calcárea é de 3 a 20% em pessoas na faixa etária de 30 a 60 anos de idade [3,4], sendo mais frequente no sexo feminino [3,4,7,8]. O envolvimento bilateral é comum, podendo atingir de 25 a 30% dos casos [3, 4,7-9].

A literatura aponta quatro estágios para a tendinite calcárea [4]. O primeiro estágio, designado fase pré-calcificação, envolve uma transformação fibrocartilaginosa assintomática do tendão. No segundo estágio, fase de formação, os sintomas podem não estar presentes ou pode ocorrer dor (de intensidade variada) durante o repouso ou movimento [4]. O terceiro estágio é considerado o mais doloroso, pois a reabsorção da calcificação é iniciada. O quarto estágio, fase pós-calcificação, envolve a cura ou reparação do tendão. Essa fase pode durar alguns meses ou anos e, muitas vezes, está associada à dor e à restrição da função (conseqüências diretas da permanência dos depósitos de cálcio).

O quadro clínico da tendinite calcárea é caracterizado por dor estática e dinâmica, diminuição da amplitude de movimento (ADM) e limitação funcional [1,7-9]. O diagnóstico dessa patologia é confirmado radiologicamente por evidências de calcificação restrita ao tendão e que não acomete o osso [4]. Nos estágios iniciais, observa-se um depósito calcáreo homogêneo bem definido e na progressão final, a calcificação apresenta-se com baixa definição periférica [1,4].

A meta do tratamento é controlar a dor e manter a função das articulações, cujos tendões estiverem afetados [4]. Dentre os tratamentos disponíveis, destacam-se o tratamento conservador e o cirúrgico [1,3,6,11]. Este é reconhecido clinicamente na redução do depósito de cálcio, entretanto é indicado somente após a não eficácia da abordagem conservadora [1,6].

O tratamento conservador consiste em farmacológico e fisioterápico [3,6,11-13], além do *Shock Wave Therapy* [4,6,11,12,14] – método não-invasivo, porém oneroso. Analgésicos e antiinflamatórios são prescritos como tratamento medicamentoso de escolha para a tendinite calcárea [6,11,12,14]. Na prática fisioterápica, exercícios com pequenas amplitudes de movimento e eletroanalgesia são realizados com intuito de manter o movimento articular livre e controlar a dor [1].

Outro potencial recurso utilizado pelos fisioterapeutas, porém não muito difundido, é a iontoforese [1,3]. Essa técnica não-invasiva utiliza uma corrente elétrica contínua [15-17], polarizada, de baixa tensão, para administração transdérmica de agentes iônicos terapêuticos [17]. Segundo a literatura, a corrente galvânica é de uso preferencial para a prática da iontoforese [3,5,13,17-26] e o ácido acético é prescrito como fármaco a ser administrado nas patologias calcificantes [1,3,25,27,28].

A iontoforese com ácido acético teve seu uso descrito pela primeira vez em 1955, para tratamento da tendinite calcárea do ombro [29]. Esse recurso tem efeito na desmineralização e na conseqüente reabsorção dos depósitos de cálcio, causa primária dos sintomas da patologia [1,3,25,28,30]. Seus efeitos podem melhorar a qualidade de vida e a funcionalidade dos indivíduos acometidos, pois, uma vez reduzida a calcificação, a sintomatologia de dor e restrição do movimento, assim como a possibilidade de ruptura do tendão em decorrência da permanência do depósito calcáreo, podem ser minimizados [31].

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura sobre a iontoforese e tendinite calcárea, a fim de determinar a real viabilidade e parâmetros adequados dessa técnica para o tratamento da tendinite calcárea do ombro.

Materiais e métodos

Foi realizada uma revisão literária em livros-textos e em bases de dados (Pubmed, Lilacs, Pedro e OVID), utilizando as palavras-chave: tendinite calcárea, iontoforese e ácido acético nos idiomas português e inglês. Deu-se preferência às publicações dos últimos 10 anos. Entretanto, trabalhos clássicos sobre o tema, fora da data em questão, também foram considerados. Em seguida, os estudos foram lidos e analisados de forma crítica e fichados em dois grupos: experimentais e revisões. Os parâmetros utilizados nos estudos experimentais foram discriminados em uma tabela para facilitar a comparação das técnicas e dos resultados. A didática foi organizada dessa forma para melhor exploração das idéias apresentadas pelos autores e elaboração da discussão.

Como a literatura mostrou-se escassa em relação ao tema, não foi possível a realização de uma revisão sistemática. Tal fato deixou clara a necessidade de melhorar a fundamentação teórica a respeito do efeito da iontoforese na tendinite calcárea do ombro.

Revisão da literatura

A primeira idéia sobre o uso de corrente elétrica para penetração de drogas ionizadas provavelmente originou-se de Veratti, em 1747 [32]. Segundo revisão de Li & Scudds [21], após a descoberta da corrente direta por Luigi Galvani em

1791, focou-se a atenção na possibilidade da administração transdérmica de fármacos utilizando a eletricidade. Em termos técnicos, essa modalidade é conhecida como iontoforese [13,21,22], sendo realizada por meio de uma corrente contínua também chamada de corrente galvânica. Desde então, essa técnica vem sendo aplicada de forma terapêutica em diversas situações, como condições músculo-esqueléticas agudas e crônicas, inflamação e dor [21,22,30,33-35]; tratamento de feridas para a cicatrização [33,30]; redução de edema [30,33]; tratamento do tecido cicatricial e adesões [30] e calcificações do tecido mole [1,3,20,30].

Os fármacos de escolha para a iontoforese dependem da condição a ser tratada. Soroko *et al.* [36] utilizaram iontoforese com ácido salicílico para tratamento de verrugas plantares e observaram melhora significativa da dor, mas não do número e do tamanho das verrugas. Os autores sugeriram aumento da área dos eletrodos para a região de tratamento, na tentativa de atingir os objetivos propostos.

Osborne & Allison [37] compararam os efeitos da iontoforese com dexometasona e da iontoforese com ácido acético, ambas associadas à bandagem funcional para o tratamento da fasciíte plantar. Segundo os autores, houve maior redução algica ao se aplicar iontoforese com ácido acético em comparação à iontoforese com dexometasona.

Japour *et al.* [38], em seu estudo para avaliar a efetividade da iontoforese com ácido acético na síndrome dolorosa do calcâneo, chegaram a resultados positivos de melhora do quadro algico. Utilizaram como medida de resultado a Escala Numérica de Intensidade de Dor (0 a 10 pontos) para quantificar a algia do primeiro passo antes e após o tratamento. Houve redução de 7,5 para 1,8 pontos depois da intervenção.

Nas patologias calcificantes, tem sido sugerido a utilização do ácido acético como fármaco de escolha para iontoforese [30]. Em trabalho realizado por Wieder [25], foi observada redução de 98,9% da massa ossificada do músculo quadríceps de um indivíduo portador de miosite ossificante traumática. O tratamento foi associado à terapia ultrassônica logo após a iontoforese e realizado numa frequência de três vezes por semana por período de 3 semanas.

Leduc *et al.* [3], Perron & Malouin [1], Psaki & Carroll [29] e Toro *et al.* [27] utilizaram também o ácido acético em seus estudos. O objetivo comum desses autores foi avaliar os efeitos da iontoforese com tal fármaco na reabsorção da calcificação da tendinite calcárea do ombro. Os resultados dos estudos não foram concisos em relação à diminuição da calcificação, porém, todos os autores relataram melhora do quadro algico e, conseqüentemente, da função dos indivíduos tratados com essa terapêutica.

Diferentes parâmetros têm sido empregados na utilização da iontoforese [21,33]. A Food and Drugs Administration (FDA) tem estabelecido limites para aplicação segura e eficaz

da iontoforese de forma que os efeitos adversos dessa técnica (vermelhidão excessiva, prurido intenso ou até mesmo queimadura) sejam minimizados [17].

Um primeiro parâmetro a ser observado é a densidade de corrente, que é a magnitude da corrente aplicada (em miliampères – mA) dividida pela área de superfície condutora do eletrodo (em centímetros quadrados - cm²) [30]. Terapeuticamente, é recomendada uma densidade de corrente menor que 1mA/cm² [11,15,39]. Entretanto, a literatura sugere que a densidade de corrente não deve exceder 0,5 mA/cm² se o catodo (eletrodo negativo) for o eletrodo para aplicação da droga, e 1mA/cm² se o anodo (eletrodo positivo) for utilizado para tal finalidade [18]. A escolha do eletrodo que irá receber a droga (eletrodo ativo) é baseada na polaridade do fármaco utilizado para terapia iontoforética. No caso específico do ácido acético, o catodo será o eletrodo ativo uma vez que este fármaco apresenta polaridade negativa [15,39].

Uma vez definido o eletrodo ativo, o valor da amplitude máxima para esse eletrodo poderá ser calculado. Para tal, é necessário o conhecimento da área do eletrodo que deve ser compatível com o tamanho da área a ser tratada [38].

Oliveira & Castro [17] citam que a relação de amplitude ao longo do tempo, ou seja, a dosimetria sugerida pela FDA para aplicações seguras da iontoforese, é em torno de 80 mAmin⁻¹. Entretanto, esses autores observaram em sua revisão de literatura, doses variando de 20 a 100 mAmin⁻¹, sem que haja efeitos adversos dessa terapia.

O tempo de aplicação é outro importante parâmetro a ser estabelecido para utilização segura da iontoforese. Esse deve ser inversamente proporcional à magnitude da corrente (amplitude) aplicada [17,25]. Sendo assim, deve ser ajustado preferencialmente de forma a não ultrapassar a dosimetria estabelecida pela FDA (80 mAmin⁻¹).

Trabalhos de iontoforese com ácido acético para tratamento da tendinite calcárea, especificamente do ombro, tenderam a seguir as bases metodológicas primariamente estabelecidas por Kahn [20] em 1977. No protocolo sugerido por este autor, o ácido acético é aplicado a concentrações de 2 a 5% e a corrente elétrica é administrada com amplitude de 5 mA por 20 a 30 min., sendo o procedimento realizado por 10 sessões. Esta parametrização foi observada na maioria dos trabalhos, como já citado, com exceção do estudo de Psaki & Carroll [29], realizado em 1955, que utilizou amplitude de corrente até 10 mA, além de exceder a quantidade de sessões propostas. Em experimento de Toro *et al.* [27], maior número de sessões de aplicação da técnica também foi observado.

Os parâmetros de concentração do fármaco, amplitude, tempo e número de sessões dos estudos experimentais sobre iontoforese com ácido acético para tratamento da tendinite calcárea do ombro estão resumidos na tabela I.

Tabela I - Descrição dos parâmetros utilizados em estudos experimentais sobre iontoforese com ácido acético para tratamento da tendinite calcárea do ombro.

Autores	Ano	Concentração do ácido acético (%)	Amplitude (mA)	Tempo (min)	Nº de sessões
Psaki & Carroll [29]	1955	3	5 a 10	30	Mínimo de 14
Perron & Malouin [1]	1997	5	5	20	9
Toro et al. [27]	2001	5	4,7	20	40
Leduc et al. [3]	2003	5	5	15 a 20	10

Em estudo pioneiro de Psaki & Carroll [29] sobre aplicação de iontoforese com ácido acético para tratamento da tendinite calcárea aguda e crônica, foi utilizada a concentração de 3% do fármaco. A amplitude variou de 5 a 10 mA por 30 minutos. Os pacientes tiveram acompanhamento de 3 em 3 meses num período de um ano. Nos casos de tendinite calcárea aguda, após o terceiro mês do tratamento, foi visualizada por radiografia, grande reabsorção calcárea. Já nos casos crônicos, após o quarto mês de tratamento, percebeu-se reabsorção calcária completa ou pequenas partículas de calcificação restante. Resultados de melhora da dor e da amplitude de movimento foram significativos na maioria dos sujeitos.

Perron & Malouin [1] associaram a iontoforese com ácido acético a 5% por 20 minutos, seguido de ultra-som por 9 sessões para o tratamento de tendinite calcárea. Esse estudo consistiu em grupo de tratamento e em grupo controle que não recebeu intervenção iontoforética. Houve pequena redução da área do depósito de cálcio tanto no grupo experimental quanto no controle, sendo que o autor atribui a diminuição, possivelmente, ao curso natural da patologia. Contudo, na reavaliação goniométrica, observou-se aumento dos graus de amplitude em ambos os grupos, além de diminuição da dor.

Toro et al. [27] constataram bons resultados com o uso da iontoforese com ácido acético a 5% e terapia ultrassônica. Nesse estudo, houve reavaliações na 20ª e 40ª sessões. Dos ombros tratados, obtiveram-se resultados finais de resolução completa do quadro calcificante em 46% e diminuição da área calcárea em 18%. A dor, mensurada pela Escala Visual Analógica, decresceu em 85% da intensidade inicial após 40 sessões.

No estudo de Leduc et al. [3], pacientes foram divididos de forma randomizada, em grupo de tratamento e em grupo controle, e foram submetidos à iontoforese com ácido acético a 5%, durante 15 a 20 minutos, com 5 mA de amplitude, por 10 sessões. No grupo de tratamento, a esponja embebida com ácido acético foi colocada diretamente sobre a pele do paciente; já no grupo controle a esponja foi colocada acima

do eletrodo para ter efeito placebo. Não foram observadas diferenças radiológicas significativas entre os grupos, os quais apresentaram diminuição proporcional do número de depósitos de cálcio. Houve melhora da dor e da função do membro superior, em ambos os grupos, avaliados através do *Shoulder Pain and Disability Index Questionnaire*. Foram detectados na goniometria, resultados positivos de aumento da amplitude de movimento nos dois grupos.

Mediante os achados de Psaki & Carrol [29], Perron & Malouin [1], Toro et al. [27] e Leduc et al. [3], fica claro que, embora a literatura afirme que a terapia iontoforética com ácido acético induza a desmineralização de depósitos de cálcio, estudos teóricos específicos para tendinite calcárea do ombro divergem em relação à absorção calcárea. Todavia, os autores relatam melhora da dor e da amplitude de movimento. Portanto, os benefícios da iontoforese com ácido acético não devem ser descartados.

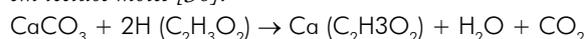
Discussão

A tendinite calcárea é uma condição, que quando instalada, leva a incapacidades funcionais das articulações envolvidas. No ombro, esta condição induz à dor e à restrição da amplitude de movimento, principalmente da abdução [3]. Segundo a literatura [1,3,27,29], a iontoforese poderia ser uma boa alternativa para o tratamento das tendinites calcáreas. Os efeitos dessa terapia, somados aos benefícios analgésicos e de ganho de movimento induzidos pelas intervenções farmacológicas e demais modalidades fisioterapêuticas poderiam potencializar a recuperação da funcionalidade dos indivíduos que apresentam tal condição [1].

Autores [5,21,33-35,40,41] relatam que a terapia por iontoforese tem como vantagens o fato de ser uma técnica não-invasiva e de efeitos predominantemente locais, o que contribui para minimizar as reações adversas farmacológicas decorrentes do mecanismo de primeira passagem dos fármacos pelo fígado. Agne [33], Leduc et al. [3], Oliveira et al. [17] e Ciccone [30] ressaltam, entretanto, que os benefícios da iontoforese são dependentes das condições da pele; esta deve estar limpa, íntegra, com vascularização adequada para que a corrente elétrica possa atuar diminuindo a sua resistência cutânea à passagem do medicamento.

Na literatura revisada [1,3,25,27,29,42], o ácido acético [2H (C₂H₃O₂)], nas concentrações de 2, 3 e 5%, mostrou ser a substância de escolha para aplicação da iontoforese, quando o objetivo é potencializar a dissolução dos depósitos de cálcio. O mecanismo de ação pelo qual a reabsorção da calcificação do tecido alvo é favorecida está resumido na equação 1.

Equação 1 - Reação química resumida do mecanismo de ação da iontoforese com ácido acético para dissolução de depósitos de cálcio em tecidos moles [30].



Após a passagem transdermal do ácido acético, o íon acetato $[(CH_3COO^-)]$ é induzido a combinar-se com o carbonato de cálcio $[(CaCO_3)]$, que é relativamente insolúvel, para formar um composto mais solúvel, o acetato de cálcio $[Ca(C_2H_3O_2)]$, o qual pode ser mais facilmente reabsorvido pelo tecido. O resultado dessa reação seria a diminuição do tamanho do depósito calcário [25,30,38].

Entretanto, a literatura revisada ainda não se mostra concisa quanto aos benefícios da iontoforese com ácido acético. Leduc *et al.* [3] e Perron & Malouin [1] não descartam que a redução da calcificação observada nos tratamentos com iontoforese possivelmente é devida ao curso natural da tendinite calcária e não aos efeitos dessa terapêutica. Esses autores correlacionam esse fato com a semelhante redução calcária observada no grupo controle de seus estudos.

Porém, Psaki & Carroll [29] e Toro *et al.* [27], em estudo para avaliar redução de depósitos de cálcio em tendões do complexo do ombro mediante a ação da iontoforese com ácido acético, observaram que os indivíduos tratados apresentaram diminuição ou desaparecimento da calcificação, concluindo que esta terapêutica é eficaz para tratamento da tendinite calcária. Psaki & Carroll [29] e Toro *et al.* [27] ainda atribuem o sucesso de seus achados com a associação de recursos térmicos, tais como o infravermelho [29] e ultrassom [27]. Contudo, a falta de grupo controle não descarta que a reabsorção da calcificação tenha sido influenciada pelo próprio curso natural da doença.

Kahn [20] e Perron & Malouin [1] também citam que os resultados podem ser maximizados se recursos de calor fossem previamente aplicados à conduta iontoforética. Os benefícios circulatórios induzidos pela elevação da temperatura, tais como ação vasodilatadora e aumento do fluxo sanguíneo local, levam a conseqüente diminuição da resistência elétrica da pele [43], podendo potencializar a penetração do ácido acético e a eficácia da iontoforese.

Na maioria dos trabalhos sobre iontoforese com ácido acético [1,3,27], os valores de amplitude e tempo utilizados para aplicação da corrente elétrica variaram de 4,7 a 5 mA e 15 a 20 min, respectivamente. A dosimetria (produto amplitude x tempo) aplicada nesses estudos permaneceu nos limites prescritos pela literatura (20 a 100 mA x min), embora o FDA preconize 80 mAmin^{-1} para utilização de correntes polarizadas para prevenir efeitos iatrogênicos.

A maior diferença observada nos estudos revisados diz respeito ao número de sessões. Nos trabalhos de Psaki & Carroll [29] e Toro *et al.* [27], em que a iontoforese foi aplicada por um período maior (máximo de 40 sessões), foram observados resultados mais significativos na redução do depósito de cálcio, sugerindo que talvez este seja o ponto chave para se avaliar os resultados conflitantes observados na literatura. Uma vez que a dosimetria utilizada pelos estudos vem se mostrando semelhante, a adequação do número de sessões (e talvez da frequência de realização das mesmas) pode ser o fator decisivo para a ocorrência dos benefícios da iontoforese com ácido

acético nas patologias calcificantes. Entretanto, mais estudos do tipo randomizado controlado são necessários para que tais hipóteses possam ser confirmadas.

Foi consenso nos estudos experimentais que utilizaram o ácido acético em seus protocolos para tendinite calcária do ombro a melhora significativa da dor e amplitude de movimento [1,3,27,29]. Estes achados são pertinentes, pois aplicação transcutânea de corrente elétrica leva à diminuição da dor [22,23,30], e portanto, possível aumento da ADM.

Embora ainda conflitantes e algumas vezes negativos, os resultados da terapia iontoforética em relação à redução dos depósitos de cálcio na tendinite calcária não podem ser generalizados para outras estruturas do sistema músculo-esquelético. Pois, como apresentado por Wieder [25], músculos podem ter resultados mais significativos de redução calcária. Talvez por suas propriedades de maior vascularização e rica matriz intercelular, diferente de tendões que são estruturas compostas por tecido conjuntivo denso [44].

Os achados divergentes dos estudos analisados nesta revisão podem estar refletindo os períodos cíclicos pelos quais a iontoforese vem passando, desde sua criação há mais de dois séculos. O bombardeamento comercial por equipamentos considerados mais modernos para o tratamento da tendinite calcária, somado à fragilidade dos profissionais da área de saúde em manipular os recursos eletroterápicos, tem contribuído para a pouca exploração científica e clínica desse recurso. Estudos são necessários para que os princípios teóricos que embasam e justificam a utilização da iontoforese no tratamento da tendinite calcária possam ser convertidos em evidências científicas.

Conclusão

A tendinite calcária é uma condição que gera dor e restrição da ADM, devido à presença de depósitos de cálcio. Em estudos com maior rigor metodológico, a iontoforese com ácido acético foi pouco eficaz na diminuição significativa dos depósitos calcários, porém agregou melhorias no nível de dor e de função articular.

Dentre os artigos revisados, os parâmetros para utilização da iontoforese no tratamento da tendinite calcária do ombro mostraram-se similares, com exceção ao número de sessões. Observou-se que, nos trabalhos com maior quantidade de sessões, houve melhores resultados na redução da calcificação, embora a ausência de grupo controle prejudique a validade científica dos resultados encontrados.

A escassez de trabalhos relacionados à iontoforese com ácido acético e tendinite calcária do ombro inviabiliza a tomada de decisão quanto a real eficácia da terapia para tratar essa condição. Entretanto, a literatura teoriza que a iontoforese possa ser uma alternativa interessante para tratamento dessa patologia.

Há necessidade de futuros trabalhos experimentais clínicos randomizados e controlados para que esse método tenha sua eficácia comprovada, minimizando a disparidade existente

entre a teoria e a prática e garantindo assim, sua parametrização e, conseqüentemente, maior credibilidade.

Referências

1. Perron M, Malouin F. Acetic acid iontophoresis and ultrasound for the treatment of calcifying tendinitis of the shoulder: a randomized control trial. *Arch Phys Med Rehabil* 1997;78:379-84.
2. Uthoff HK. Calcifying tendinitis. *Annales chirurgiae et gynaecologiae* 1996;85:111-5.
3. Leduc BE, Caya J, Tremblay S, Bureau NJ. Treatment of calcifying tendinitis of the shoulder by acetic acid iontophoresis: a double-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 1523-7.
4. Speed CA, Hazleman BL. Calcific tendinitis of the shoulder. *N Engl J Med* 1999;340(20):1582-4.
5. Wang Y, Thakur R, Tan Q, Michniak B. Transdermal iontophoresis: combination strategies to improve transdermal iontophoretic drug delivery. *Eur J Pharm Biopharm.* 2005;60:179-91.
6. Yokoyama M, Aono H, Takeda A, Morita K. Cimetidine for chronic calcifying tendinitis of the shoulder. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28(3):248-52.
7. Andrews JR. Reabilitação física das lesões desportivas. 2a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
8. Magee DJ. Avaliação músculo esquelética. 3a ed. São Paulo: Manole; 2002.
9. Salter RB. Distúrbios e lesões músculo-esqueléticas. 3a. ed. Rio de Janeiro: Medsi; 2001.
10. Turek SL. Ortopedia – princípios e sua aplicação. 4a. ed. São Paulo: Manole; 1991.
11. Wang CJ, Ko JY, Chen HS. Treatment of calcifying tendinitis of the shoulder with shock wave therapy. *Clin Orthop Relat Res* 2001;387:83-9.
12. Cosentino R, Stefano R, Selvi E, Frati E, Manca S, Frediani B, Marcolongo R. Extracorporeal shock wave therapy for chronic calcific tendinitis of the shoulder: single blind study. *Ann Rheum Dis* 2003;62:248-50.
13. Costello CT, Jeske AH. Iontophoresis: applications in transdermal medication delivery. *Phys Ther* 1995;75(11):554-63.
14. Rompe JD, Zoellner J, Bernhard N. Shock wave therapy versus conventional surgery in the treatment of calcifying tendinitis of the shoulder. *Clin Orthop* 2001;387:72-82.
15. Anderson CR, Morris RL, Boeh SD, Panus CP, Sembrowich WL. Effects of iontophoresis current magnitude and duration on dexamethasone deposition and localized drug retention. *Phys Ther* 2003;83(2):161-70.
16. Bélanger AY. Evidence-based guide to therapeutic physical agents. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.
17. Oliveira AS, Guaratini MI, Castro CES. Fundamentação teórica para iontoforese. *Rev Bras Fisioter* 2005;9(1):1-7.
18. Barry BW. Novel mechanisms and devices to enable successful transdermal drug delivery. *Eur J Pharm Sci* 2001;14:101-4.
19. Fialho SL, Cunha Júnior AS. Iontoforese no transporte ocular de drogas. *Arq Bras Oftalmol* 2004;67(5):839-45.
20. Kahn JMS. Acetic acid iontophoresis for calcium deposits. *Phys Ther* 1977;57(6):658-9.
21. Li LC, Scudds RA. Iontophoresis: an overview of the mechanisms and clinical application. *Arthritis Care Res* 1995;8(1):51-61.
22. Low J, Reed A. Eletroterapia explicada – princípios e prática. 3a ed. São Paulo: Manole; 2001.
23. Nelson RM, Hayer KW, Currier DP. Eletroterapia clínica. 1a ed. São Paulo: Manole; 2003.
24. Valentim PP. Corrente galvânica contínua ou direta. *Rev Bras Med* 1968;25(4):295-6.
25. Wieder DL. Treatment of traumatic myositis ossificans with acetic acid iontophoresis. *Phys Ther* 1992;72(2):133-5.
26. Yan G, Li SK, Higuchi WI. Evaluation of constant current alternating current iontophoresis for transdermal drug delivery. *J Control Release* 2005;110:141-50.
27. Toro JR, Monje MR, Puentes EC, Rebollo AG, Sanchez YEB. Tratamiento de la tendinitis calcificante del hombro mediante iontoforese con ácido acético y ultrasonidos. *Rehabilitación* 2001;35(3):166-70.
28. Tygiel PP. On “does acetic acid iontophoresis accelerate the resorption of calcium deposits in calcific tendinitis of the shoulder?” *Phys Ther* 2003;83(7):667-70.
29. Psaki CG, Carroll J. Acetic acid iontophoresis: a study to determine the absorptive effects upon calcified tendinitis of the shoulder. *Phys Ther Rev* 1955;35(2):84-7.
30. Ciccone CD. In: Robinson AJ, Snyder-Mackler L. Eletrofisiologia Clínica - eletroterapia e teste eletrofisiológico. 2a. ed. Rio de Janeiro: Arned; 2001.
31. Gotoh M, Higuchi F, Suzuki R, Yamanaka K. Progression from calcifying tendinitis to rotator cuff tear. *Skeletal Radiol* 2003;32:86-9.
32. Chien YW, Banga AK. Iontophoretic (transdermal) delivery of drugs: overview of historical development. *J Pharm Sci* 1989;78(5):353-4.
33. Agne JE. Eletrotermoterapia - teoria e prática. Rio de Janeiro: Orlum; 2004.
34. Banga AJ, Bose S, Gohosh TK. Iontophoresis and electroporation: comparisons and contrasts. *Int J Pharm* 1999;179:1-19.
35. Prausnitz MR, Mitragotri S, Langer R. Current status and future potential of transdermal drug delivery. *Nat Rev Drug Discov* 2004;3:115-24.
36. Soroko YT, Repking MC, Mitchell JAC, Berg RL. Treatment of plantar verrucae using 2% sodium salicylate iontophoresis. *Phys Ther* 2002;82(12):1184-91.
37. Osborne HR, Allison GT. Treatment of plantar fasciitis by low-dye taping and iontophoresis: short term results of a double blinded, randomized, placebo controlled clinical trial of dexamethasone and acetic acid. *Br J Sports Med* 2006;40(6):545-9.
38. Japour CJ, Vohra R, Vohra PK, Garfunkel L, Chin N. Management of heel pain syndrome with acetic acid iontophoresis. *J Am Pediatr Med Assoc* 1999;89(5):251-7.
39. Ciccone CD. Does acetic acid iontophoresis accelerate the resorption of calcium deposits in calcific tendinitis of the shoulder? *Phys Ther* 2003;83(1):68-74.
40. Kalia YN, Naik A, Garrison J, Guy RH. Iontophoretic drug delivery. *Adv Drug Deliv Rev* 2004;56:619-58.
41. Le L, Kost J, Mitragotri S. Combined effect of low-frequency ultrasound and iontophoresis: applications for transdermal heparin delivery. *Pharm Res* 2000;17(9):1151-4.
42. Shetty S, Moore TL, Jackson S, Brettell D, Herrick AL. A pilot study of acetic acid iontophoresis and ultrasound in the treatment of systemic sclerosis-related calcinosis. *Rheumatology* 2005;44(4):536-8.
43. Cochrane DJ. Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review. *Phys Ther Sport* 2004;5:26-32.
44. Junqueira LC, Carneiro J. Histologia básica. 4a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1995.