

一般的な整形外科的診断での集束型衝撃波治療における短期間の鎮痛効果

Neckář P*, Kadrmasová Z, Klementová R

Centrum sportovní ortopedie a medicíny, U Radnice 736/4, 41501 Teplice, Czech republic

*責任著者: Pavel Neckář, MD, Centrum sportovní ortopedie a medicíny, U Radnice 736/4, 41501 Teplice, Czech republic. Email: dr.neckar@gmail.com

受付日: 2021年7月15日

出版日: 2021年7月30日

概要

背景: 一般的な整形外科的診断は、多数の患者にとって痛みの原因であると考えられている。現在の疼痛管理に対する選択肢には、薬物、注射、あるいは手術などがある。近年、臨床的に有効かつ非侵襲的治療であることから、集束型衝撃波治療 (FSWT) が普及している。

目的: 研究の目的は、上顎炎、回旋筋腱板症候群、足底腱膜炎、膝蓋腱炎、そしてアキレス腱症と診断された患者の疼痛管理において、FSWTの短期間の有効性を評価することであった。

方法: 患者は健康状態に応じて、平均 3.5 ± 0.4 回の治療を受けた。全患者がFSWT装置であるBTL-6000フォーカス (BTL Industries Ltd.) で治療を受け、疼痛知覚は治療開始前 (ベースライン) および最終治療後に視覚的アナログ尺度 (VAS) を用いて評価された。

結果: 全診断において、ベースラインのVASと最終治療後のVASの間で有意差 ($p < 0.01$) が観察された。最も有意な疼痛減少は、アキレス腱症 (60.9%)、続いて膝蓋腱炎 (57.8%) の患者群で観察された。

結論: FSWTは、上顎炎、回旋筋腱板症候群、足底腱膜炎、膝蓋腱炎、そしてアキレス腱症において、即時の疼痛減少に効果的な方法であることが判明した。

キーワード: 集束型衝撃波治療、視覚的アナログ尺度、疼痛緩和、整形外科、上顎炎、回旋筋腱板症候群、足底腱膜炎、膝蓋腱炎、アキレス腱症、BTL-6000フォーカス

序論

筋骨格系における腱障害および筋疾患を治療するための一般的な方法は、理学療法、標準的薬物 (鎮痛剤や非ステロイド性の抗炎症薬)、注射 (コルチコステロイド、多血小板血漿)、物理療法、テーピングや固定、休養、筋肉内への針治療、そして手術 (通常、非侵襲的方法に反応がなかった患者に対する治療の最終選択肢) などがある [1, 14-18]。集束型衝撃波治療 (FSWT) は、多くの筋骨格系疾患の治療に対して、効果的かつ安全で、繰り返し可能な非侵襲的治療であると考えられていたことから、近年では前述の治療法に代わる一般的な選択肢となっている [17, 19]。

FSWTは1980年に導入された体外衝撃波の技術を使用しており、高エネルギーの体外衝撃波は腎臓結石を治療する手段として役立った。次第に、再生効果の原理が発見され、衝撃波は整形外科の分野で導入された [14]。その後、ESWTは踵の足底腱膜炎、肘の上顎炎、

あるいは肩の腱炎を含む多くの整形外科疾患の治療における優先的な選択肢となった。また、本施術は長骨骨折の偽関節に対する治療に役立つことが証明されている。膝蓋腱炎およびアキレス腱症に対してESWTを用いた前向き研究は、同様に良い結果を示す。アジアの著者によって行われた珍しい研究もまた、大腿骨頭壊死に対する治療で肯定的な結果を示している [20]。

衝撃波は、短い (マイクロ秒の) 3次元の圧力パルスを生成する音響波として定義される。衝撃波治療には2つの方法がある: 集束型 (集中) および拡散型 (発散)。FSWTではエネルギー源が電気水圧、電磁、圧電のいずれかであり、衝撃波は最適な治療効果を確保するために、生体組織内の特定の深度で小さな焦点領域に集中する。一方、拡散型衝撃波治療 (RSWT) では、焦点はFSWTのように対象領域に集中するのではなく、衝撃波は治療装置のハンドピース内にある発射体の加速を通して生成されるため、焦点はアプリケーションの先端にある。圧力波は

その後、放射状に体を通り、より深い層に集中することはできない。治療領域はより表面的である [21-23]。

治療効果は、焦点領域に伝達されるエネルギー（エネルギー流束密度）、焦点サイズ、組織の深達度に左右されると考えられる。未だ研究中にはあるが、ESWTは局所的な生物学的反応を促し、痛みを和らげるだけでなく、炎症を積極的に制御できることが知られている。さらに、衝撃波は血管新生や幹細胞活動による組織再生および治癒を向上させる。ESWTは、いくつかの慢性腱障害や治癒障害において、外科的治療の代替手段として提示することが可能である。メリットとして、安全性および非侵襲性が挙げられる。コロナウイルス感染症の大流行で、ESWTの使用はさらにいっそう活躍している [19, 23]。

ESWTにおける臨床適応

国際衝撃波治療学会 (ISMST) は、上顎炎、回旋筋腱板症候群、足底腱膜炎、膝蓋腱炎、そしてアキレス腱症といった推奨される適応症の一覧を提供する。

上顎炎

上顎炎は、肘関節の領域、正確には外側（「テニス肘」と内側（「ゴルフ肘」）の上顎領域に慢性疼痛および機能障害が現れる上肢の広範囲にわたる障害である。上顎炎の特徴として、中年層に影響を及ぼす。患者は腕の筋腱付着部の炎症に苦しみ、手首の伸展／屈曲に抵抗している間、痛みが生じていることが多い [1, 2]。前腕筋の過度および繰り返しの使用を伴うあらゆる動作は、将来的に腱断裂や深刻な退行性変化につながる可能性があり、上顎炎を引き起こす恐れがある [3]。

回旋筋腱板症候群

回旋筋腱板症候群は、頭上での動きを繰り返し行う間、肩が高反復の力にさらされている運動選手や労働者に現れることが多い。本疾患は高い確率で、肩峰下にある回旋筋腱板の圧縮（インピンジメント症候群）、肩の石灰沈着性／非石灰沈着性腱炎、あるいは部分的な回旋筋腱板断裂をもたらす [4, 5]。患者は通常、腕を上げている間、または患部を下にして横たわっている際に痛みを感じる。一般的に、肩の痛みは整形外科において3番目に多い筋骨格系障害であると考えられる [5]。

足底腱膜炎

足底腱膜は、踵骨からそれぞれの中足趾節関節の末端部まで広がっており、足の内側縦アーチを維持している。足底腱膜炎は鋭い痛みが特徴で、踵骨の内側結節にある足底腱膜の付着部に現れる [6]。痛みは、長時間の体重負荷を伴う活動を行う際に現れ、朝一番や長時間休息した後の歩行で悪化する傾向がある。過度の使用、長時間立っている状態、ランニング、誤ったトレーニングといった身体活動や不適切な履物の使用に関連する疾患であるため、通常はプロの運動選手やスポーツ愛好家が足底腱膜炎の影響を受ける。内因性の危険因子は肥満、扁平足、凹足、足関節の背屈制限、さらに腓腹筋やアキレス腱の緊張などである [6-8]。

膝蓋腱炎

ジャンパー膝としても知られる膝蓋腱炎は、過度の負荷によって生じる一般的な病状であり、思春期ですでに現れる可能性がある。疾患は、膝蓋腱に影響を及ぼし、進行性の前膝痛や膝蓋腱の機能不全をもたらす。膝蓋腱は膝蓋骨から末端に広がり、大腿四頭筋を脛骨に付着させる。過度の使用による疾患は、特にバレーボールやバスケットボールといった負担のかかるジャンプを伴うスポーツ、あるいはランニングを行う運動選手に多い [9-11]。

アキレス腱症

アキレス腱の病因は未だ明らかになってはいないが、疾患の原因を示す多くの理論がある。原因は感染性（腱鞘内で増殖する感染性病原体）と非感染性（自己免疫、過度の使用や繰り返しの動き、突発性、老化に伴う血液供給および抗張力の低下、筋肉の不均衡あるいは弱体化、柔軟性の不足、さらにはオーバープロネーションといった体の歪み）に分けることができる。いくつかの理論はまた、遺伝的性質、内分泌疾患、そしてフリーラジカル産生によって腱炎がもたらされることを示唆する。腱患部の生検では細胞の活性化が明らかとなった。活性化は、細胞数および細胞基質の増加、コラーゲンの乱れ、そして新生血管によって証明された。新生血管の成長および痛みを調整するグルタミン酸が腱の患部で発見され、アキレス腱症の患者における痛みの原因であることが示された [12, 13]。

本研究の目的は、著者らの医療施設に来院した上顎炎、回旋筋腱板症候群、足底腱膜炎、膝蓋腱炎、そしてアキレス腱症を有する患者の間で、FSWTにおける即時の疼痛緩和効果を評価することであった。

対象および方法

包含基準

研究を始める前に、医師がSonoScape社の超音波診断装置を使用して、患者の整形外科疾患（上顎炎、回旋筋腱板症候群、足底腱膜炎、膝蓋腱炎、そしてアキレス腱付着部症）を診断し、補足のためにカルテが用いられた。

除外基準

深刻な血液凝固障害、多発性神経障害、急性炎症および／あるいは感染症、あらゆる不安定な病状または精神状態、抗凝固剤の使用、妊娠中である場合、患者は研究から除外された。さらに、誤った解釈を避けるために、近頃衝撃（落下など）による外傷を受けた、あるいは研究前や研究中、治療部位に局所コルチコステロイドを適用した患者も除外された。一般的なESWTの禁忌は、治療部位の肺組織、悪性腫瘍、成長板、胎児（妊娠中）、そして脳や脊椎である。

研究デザイン

本研究は、疼痛管理におけるFSWTの短期間の効果についてのデータを評価した後ろ向き研究である。研究は、通常その後に行うFSWT治療の前に収集される患者による疼痛評価に基づいている。FSWTの最も高い有効性が数か月後であることは知られているが [28-41]、本研究では施術を終えた後の即時性、つまり最終治療後の技術による短期間の効果に焦点を当てることを目的とした。



図1：アキレス腱に対する治療（写真提供：Centrum sportovní medicíny）

倫理基準

各参加者は、治療に関する書面によるインフォームド・コンセントに署名した。データは後ろ向きに収集され、すべてが世界医師会総会、そして欧州評議会の人権および生物医学に関する条約（1997年）によって採択された1975年のヘルシンキ宣言（1997年～2000年）の倫理指針にしたがっていた [24, 25]。

治療装置

全参加者に対して、FSWTはBTL-6000フォーカス（BTL Industries Ltd.）の装置で適用された。本施術の装置は、最大 0.65 mJ/mm^2 （エネルギー流束密度）の出力、1～25Hzの周波数、さらに異なるカップリングパッドによって調整可能な深達度を有する。

治療手順

治療中の患者の姿勢は、治療部位によって異なる。上顎炎の場合、患者は患部の腕を椅子に置いて座る、あるいは上肢を体と平行にした状態で仰向けに横たわる。回旋筋腱板症候群の場合、患者は仰向けあるいは患部ではない側を下にして横たわる。足底腱膜炎の場合、患者はうつ伏せに横たわり、治療側の脚を足首の下で支える。膝蓋腱炎の場合、患者は治療側の膝を僅かに曲げた状態で仰向けに横たわり、整形外科用の膝枕によって膝を支える。腱症の場合、患者の姿勢は治療部位によって異なる。必要な深達度に基づいて、適切なカップリングパッドが選択された。超音波ジェルをレンズの表面および治療部位に塗布した。治療は必ず、患者の体から離して、低い出力で開始した。FSWTは最も痛みを伴う箇所に適用された。

治療パラメータ

各患者の健康状態と主観的な疼痛評価のそれぞれに応じて、全患者が3～6回の治療を受けた。FSWTの治療は、最終治療から主観的な変化がなくなるまで続いた。週に1回の治療が実施され、治療あたりの衝撃波は計2000発、周波数は4～8Hzであった。出力は患者の反応にしたがって個別に調整された。各治療後、治療部位は48時間安静状態であった。

疼痛評価

痛みの強度に対する主観的な知覚を評価および測定するために視覚的アナログ尺度（VAS）が用いられた。尺度は10等分に分けられた10cmの線で構成されており、0点が「痛みなし」、そして10点が「耐え難い痛み」、つまり「想像できる最大の痛み」である。各参加者は、最初の介入前（ベースライン）および最終治療後に患部の痛みの程度をこの尺度で示すように求められた [26]。また、一部の患者において、FSWTの最終出力（%）に関するデータが収集された。

結果

計149名の患者が診断および健康状態に応じて、最大6回（平均 3.5 ± 0.4 ）の治療を受けた。患者におけるベースラインの特徴は表1で示されている。結果は診断ごとに分けられて提示される。全診断において、ベースラインのVASと最終治療後のVASの間で有意差（ $p < 0.01$ ）が観察された。

上顎炎

上顎炎と診断された患者に関して、ベースラインのVASの結果は 6.6 ± 1.3 であった。ベースラインからVASは 4.5 ± 1.8 まで減少した（グラフ1）。 2.1 ± 1.7 の差は31.9%の疼痛減少を表す（表2）。30名の患者に関して、 29.5 ± 7.1 の最終出力を含むデータが得られた（表3）。

表1：患者におけるベースラインの特徴

診断	患者数	男性	女性	平均年齢
上顎炎	40	22	18	45.9 ± 8.8
回旋筋腱板症候群	42	27	15	47.9 ± 9.5
足底腱膜炎	49	26	23	47.9 ± 8.9
膝蓋腱炎	8	7	1	28.3 ± 6.2
アキレス腱症	10	7	3	46.0 ± 17.2

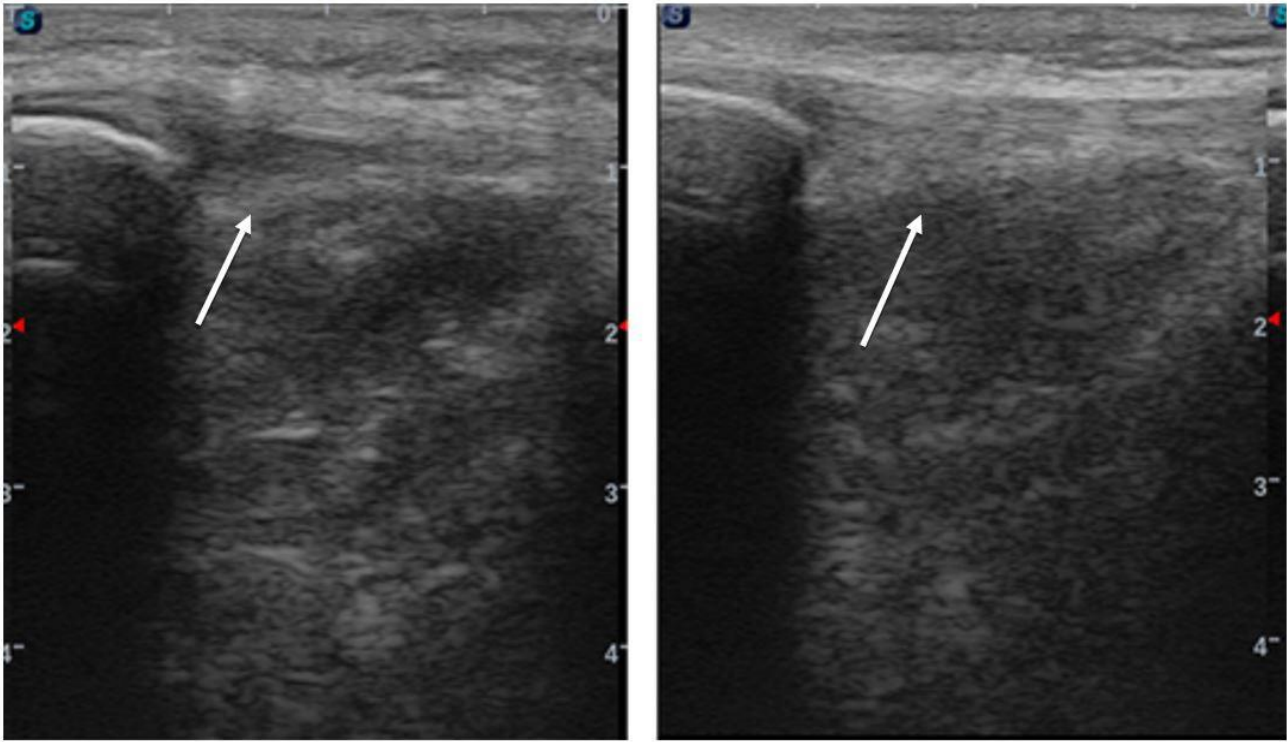


図2：治療前および6週間後の膝蓋腱炎—浮腫の減少および膝蓋靭帯における組織の成長（矢印）



図3：治療前、3回目の施術後、治療の6週間後の回旋筋腱板症候群—肩峰下滑液包における滲出液の減少（矢印）

回旋筋腱板症候群

回旋筋腱板症候群を有する患者において、 6.4 ± 1.3 から 3.8 ± 1.6 の疼痛知覚の減少があった（グラフ1）。上記の減少は41.5% (2.7 ± 1.6) に相当する（表2）。 38.0 ± 5.7 の最終出力データが36名の患者から得られた（表3）。

足底腱膜炎

足底腱膜炎を有する患者群に対するベースラインのVASは 6.7 ± 1.7 であり、最終治療後には 3.7 ± 1.7 というVASの結果が得られた（グラフ1）。両方のVAS値の差は44.8% (3.0 ± 1.8) である（表2）。本群における39名の患者に関して、 34.6 ± 6.4 の最終出力データが得られた（表3）。

膝蓋腱炎

膝蓋腱炎のグループにおいて、ベースラインにおけるVASの結果は 7.3 ± 1.0 であった。 57.8% (4.2 ± 2.0) の差がベースラインのVASと最終治療後のVASの間で観察

された（表2）。ベースラインからVASは 3.1 ± 1.5 まで減少した（グラフ1）。最終出力データ (38.7 ± 10.1) が3名の患者で得られた（表3）。

アキレス腱症

アキレス腱症と診断された患者において、疼痛評価が 5.8 ± 1.8 から 2.3 ± 1.6 まで減少した（グラフ1）。VASにおける結果の差は60.9% (3.5 ± 1.7) の疼痛知覚の減少を表す（表2）。10名の患者に関して、 35.9 ± 6.7 の最終出力データが含まれていた（表3）。

考察

本研究の目的は、上顎炎、回旋筋腱板症候群、足底腱膜炎、膝蓋腱炎、そしてアキレス腱症と診断された患者の治療において、FSWT装置のBTL-6000フォーカス（BTL Industries Ltd.）を用いて、疼痛知覚に対するFSWTの短期間の効果を評価することであった。著者らの測定結果は、このFSWT装置を用いた治療が本研究に含まれるす

表2：治療前後におけるVASの差

診断	VASの差	VASの差 (%)
上顎炎	2.1±1.7	31.9%
回旋筋腱板症候群	2.7±1.6	41.5%
足底腱膜炎	3.0±1.8	44.8%
膝蓋腱炎	4.2±2.0	57.8%
アキレス腱症	3.5±1.7	60.9%

表3：最終出力

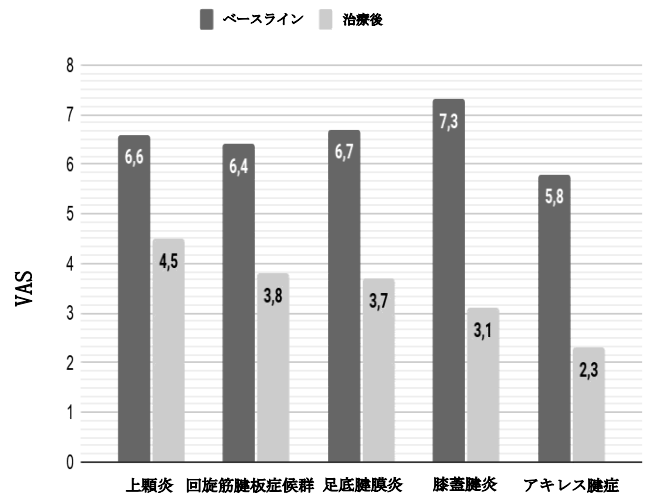
診断	最終出力 (%)	得られたデータの患者数
上顎炎	29.5±7.1	30
回旋筋腱板症候群	38.0±5.7	36
足底腱膜炎	34.6±6.4	39
膝蓋腱炎	38.7±10.1	3
アキレス腱症	35.9±6.7	10

すべての整形外科的診断において、患部における痛みのVASスコアの減少に対して有意な効果があるという科学的根拠を提供する。さらにこの根拠は、FSWTが有意な疼痛減少によって整形外科の患者を治療するための重要な治療法となり得るとする考えを支持する。著者らは、本研究がFSWTとその他の一般的な理学療法や医療選択肢の比較不足、または各診断グループにおける不均等分布および参加者数の不足といった特定の制限があることを認める。

本研究において、VASスコアの最も有意な変化がアキレス腱症を有する患者群で観察され（60.9%）、次に膝蓋腱炎の患者群が続いた（57.8%）。上記の結果は、他の診断と比較した際、2つのグループに参加した患者の症例が最も少ないことによって影響を受けている可能性がある。本研究で得られたデータから、最終出力は効果にとって重要ではないことが考えられる。しかしながら、この考えについては、さらなる調査が必要とされる。

複数の研究では、上顎炎を有する患者において、ESWTの良好な効果が報告されている。例えば、1か月後、6か月後、そして12か月後のフォローアップで疼痛知覚の進歩的な減少を報告したRogoveanuら [2] およびTeslaら [27] による研究では、59.89%という成功率で疼痛減少が観察された。一方で、いくつかの研究では、ESWTはプラセボよりも効果がない、あるいは効果が低いことが示されている [28]。結果が異なる理由の背景は、さまざまな研究の治療法を分析することによって推測できる可能性がある。さまざまなESWT装置の使用、標準的な治療プロトコルの欠如（結果として、周波数、1週間あたりの施術回数、各施術における照射回数、衝撃波の種類が異なる）、さまざまなフォローアップ期間や評価方法といった要因が研究結果に影響を及ぼす。さらに、局所麻酔や非ステロイド性抗炎症薬、ストレッチおよび伸張性運動、そして施術毎の前後で氷嚢を使用することは、結果に影響を及ぼす可能

VAS評価 (p<0.01)



グラフ1：VAS評価

性がある [2, 27, 28]。経験豊富な理学療法士や医師によって実施されるその他の治療技術をESWTと併用することで、最良の結果が期待される。

ESWTは肩の病状に対する非常に有力な治療手段として現れた。前述で述べたように、回旋筋腱板症候群には複数の原因がある。質の高い科学的根拠は回旋筋腱板症候群の治療におけるESWTの有効性を支持する一方で、非石灰沈着性腱板炎やその他の肩の病状におけるESWTの臨床的有効性は、未だに議論が分かれている [29]。石灰化の症例では、Wang [30] は研究において患者の90.9%で優れたあるいは良好な結果を、そして患者の57.6%で石灰化の完全消失を達成した。ESWT治療後のカルシウム再吸収の改善におけるメカニズムは、リンパ管新生の現象に基づいている。エネルギーレベルに関しては、高いエネルギーがより効果的であることを示した数多くの論文が存在する。低エネルギーの装置を用いた際に同様の結果を達成するためには、より多くの治療回数が必要とされる。非石灰沈着性腱板炎および部分的な腱断裂に対して、ESWTは回旋筋腱板の血管新生を改善させ、成長因子の放出を促すことが可能である [29]。しかし、Kolkら [31] やSchmittら [32] は疼痛減少が統計的に有意ではないことを発見し、ESWTを治療選択肢として推奨しなかった。上記は、両方の研究において低エネルギーパラメータの使用によるものである可能性がある。

ESWTによる足底腱膜炎の治療は、さまざまな臨床研究で以前に調査されていた。安全性および有効性を証明する非常に有力な科学的根拠が存在するが、未だに治療プロトコルの特徴に相違があり、治療パラメータはそれぞれの研究によって異なる [14]。研究結果によって、ESWTの効果の1つもまた、血管新生であることが示された。本効果は患部、つまりこの場合であれば足底腱膜の付着部における血液供給の改善を誘発する。そして、足底腱膜炎などの慢性的な痛みを伴う症状の長期的な改善メカニズムの説明において、血管新生は重要である [33]。本研究、HenchとSeppel [14] の研

究、そして複数のその他研究で得られた結果に関して述べると、足底腱膜炎患者において、短期間でもESWTは効果的な治療法であると結論付けられる。最大圧痛点よりも解剖学的ランドマークに衝撃波を照射した研究もあり、低いエネルギーや局所麻酔が用いられた。それによって、これらの研究がプラセボに対する体外衝撃波治療の優位性を示すことができなかつた可能性がある [34-36]。

膝蓋腱炎に対しては、ESWTの有効性に関して矛盾する科学的根拠がある。これらの科学的根拠の相違は、膝蓋腱炎に対する客観的な診断基準の欠如、腱障害に対して特定の段階（後期の変性段階）でのみ証明されたESWTの有効性、あるいは既に述べられたさまざまな機器設定といったいくつかの理由がある可能性がある [23]。さらに、ESWT治療後の初めの段階において、安静であることが重要であると考えられ、激しい運動は避けるべきである。これは、活動的な競技スポーツ選手の膝蓋腱炎の初期段階において、ESWTの効果がないと示された文献によって、一層裏付けられている [37]。著者らの研究で観察された結果と同様に、Wangら [38] は、対照（プラセボ）群よりもESWTで治療を受けた治療群で有意により良い結果を達成した。さらに、症状の再発についても、治療群で13%、対照群で50%という患者の発症率を観察し、超音波検査では、ESWT群で膝蓋腱における有意な血管増加を示した。

アキレス腱症のESWT治療に関しては、少数の研究のみが得られた。しかし、これらすべての研究で疼痛知覚の減少に関して肯定的な結果を得たため、著者らはESWTが腱症に対して有効な治療選択肢であるという最初の科学的根拠を提供する。Malliaropoulosら [39] は、ばね指を有する患者のうち、93.1%の症例において、ベースライン、そして1か月後、3か月後、1年後のフォローアップで機能的改善およびVASにおける統計的に有意な減少を発見した。同様の結果が上腕二頭筋長頭腱炎のESWT治療についての研究でも得られた [40]。Ferarraら [41] による系統的レビューでは、ばね指の機能改善および疼痛制御を目的として用いられる保存療法のうち、最も効果的な手段がESWTであることが判明した。

結論

鎮痛作用に基づいて、FSWTは上顎炎、足底腱膜炎、回旋筋腱板症候群、膝蓋腱炎、そしてアキレス腱症と診断された患者の治療において、効果的な治療法である。疼痛減少に対して短期間の効果を証明している本文献の結果は有望であるが、FSWTの効果をより理解し、最適な治療パラメータを統一するために、より多くの症例数を有するその他の研究やその他の保存的な介入との比較を実施する必要がある。したがって、上記の理由から、この分野での持続的な研究が非常に重要である。

引用文献

1. Tarpada SP, Morris MT, Lian J, Rashidi S. Current advances in the treatment of medial and lateral epicondylitis. *Journal of Orthopaedics* 2018; 15: 107-110.
2. Rogoveanu OC, Muşetescu AE, Gofîță CE, Trăistaru MR. The

- Effectiveness of Shockwave Therapy in Patients with Lateral Epicondylitis. *Current Health Sciences Journal* 2018; 44: 368-373.
3. Vaquero-Picado A, Barco R, Antuña SA. Lateral epicondylitis of the elbow. *EFORT Open Reviews* 2017; 13: 391-397.
4. Chou WY, Wang CJ, Wu KT, Yang YJ, Cheng JH, Wang SW. Comparative outcomes of extracorporeal shockwave therapy for shoulder tendinitis or partial tears of the rotator cuff in athletes and non-athletes: Retrospective study. *International Journal of Surgery* 2018; 51: 184-190.
5. Garving C, Jakob S, Bauer I, Nadjar R, Brunner UH. Impingement Syndrome of the Shoulder. *Deutsches Ärzteblatt International* 2017; 114: 765-776.
6. Petraglia F, Ramazzina I, Costantino C. Plantar fasciitis in athletes: diagnostic and treatment strategies. A systematic review. *Muscles, ligaments and tendons journal* 2017; 7: 107-118.
7. Lim AT, How CH, Tan B. Management of plantar fasciitis in the outpatient setting. *Singapore Medical Journal* 2016; 57: 168-171.
8. Lee TL, Marx BL. Noninvasive, Multimodality Approach to Treating Plantar Fasciitis: A Case Study. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies* 2018; 11: 162-164.
9. Reinking MF. CURRENT CONCEPTS IN THE TREATMENT OF PATELLAR TENDINOPATHY. *International journal of sports and physical therapy* 2016; 11: 854-866.
10. Muaidi QI. Rehabilitation of patellar tendinopathy. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions* 2020; 20: 535-540.
11. López-Royo MP, Gómez-Trullén EM, Ortiz-Lucas M, Galán-Díaz RM, Bataller-Cervero AV, Al-Boloushi Z, Hamam-Alcober Y, Herrero P. Comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: a protocol for a randomised controlled trial. *British Medical Journal Open* 2020; 10: e034304.
12. Ray G, Sandean DP, Tall MA. Tenosynovitis. *StatPearls Publishing [Internet]*. 2020. PMID: 31335044.
13. Vuillemin V, Guerini H, Bard H, Morvan G. Stenosing tenosynovitis. *Journal of Ultrasound* 2012; 15: 20-28.
14. Hench M, Seppel G. Evaluation of the Therapeutic Effect of Extracorporeal Shockwave Therapy in Chronic Plantar Fasciitis. *Clinical Research on Foot & Ankle* 2019; 7: 292.
15. Lenoir H, Mares O, Carlier Y. Management of lateral epicondylitis. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 2019; 105: S241-S246.
16. Weiss LJ, Wang D, Hendel M, Buzzerio P, Rodeo SA (2018) Management of Rotator Cuff Injuries in the Elite Athlete. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* 2018; 11: 102-112.
17. Li X, Zhang L, Gu S, Sun J, Qin Z, Yue J, et al. Comparative effectiveness of extracorporeal shock wave, ultrasound, low-level laser therapy, noninvasive interactive neurostimulation, and pulsed radiofrequency treatment for treating plantar fasciitis: A systematic review and network meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2018; 97: e12819.
18. Sisk D, Fredericson M. Taping, Bracing, and Injection Treatment for Patellofemoral Pain and Patellar Tendinopathy. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* 2020; 13: 537-544.
19. d'Agostino MC et al. Shockwave as biological therapeutic tool: From mechanical stimulation to recovery and healing, through mechanotransduction. *International Journal of Surgery* 2015; 24B: 147-153.
20. Wang CJ, Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* 7, 2012. PMID: 22433113
21. Speed C. A systematic review of shockwave therapies in soft tissue conditions: focusing on the evidence. *British Journal of Sports Medicine* 2014; 48: 1538-1542.
22. Ioppolo F, Rompe JD, Furia JP, Cacchio A. Clinical application of shock wave therapy (SWT) in musculoskeletal disorders. *European journal of physical and rehabilitation medicine* 2014; 50: 217-230.
23. van der Worp H, van den Akker-Scheek I, van Schie H, Zwerver J. ESWT for tendinopathy: technology and clinical implications. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy* 2013; 21: 1451-1458.
24. World Medical Association Declaration of Helsinki. *JAMA* 1997; 277: 925.
25. Council of Europe. Convention for Protection of Human Rights and Dignity of the Human Being with Regard to the Application of Biology and Biomedicine: Convention on Human Rights and

- Biomedicine. Kennedy Institute of Ethics Journal 1997; 7: 277- 290.
26. Sung YT, Wu JS. The Visual Analogue Scale for Rating, Ranking and Paired-Comparison (VAS-RRP): A new technique for psychological measurement. Behavior Research Methods 2018; 50:1694-1715.
 27. Testa G, Vescio A, Perez S, et al. Functional Outcome at Short and Middle Term of the Extracorporeal Shockwave Therapy Treatment in Lateral Epicondylitis: A Case-Series Study. Journal of Clinical Medicine 2020; 9: 633.
 28. Staples MP, Forbes A, Ptasznik R, Gordon J, Buchbinder R. A randomized controlled trial of extracorporeal shock wave therapy for lateral epicondylitis (tennis elbow). Journal of Rheumatology 2008; 35: 2038-2046.
 29. Moya D et al. Current knowledge on evidence-based shockwave treatments for shoulder pathology. International Journal of Surgery 2015; 24: 171-178.
 30. Wang CJ, Yang KD, Wang FS, Chen HH, Wang JW. Shock wave therapy for calcific tendinitis of the shoulder: a prospective clinical study with two-year follow-up. American Journal of Sports Medicine 2003; 31: 425-426.
 31. Kolk A, Yang KG, Tamminga R, H van der Hoeven. Radial extracorporeal shock-wave therapy in patients with chronic rotator cuff tendinitis: a prospective randomised double-blind placebo-controlled multicentre trial. Bone and Joint Journal 2013; 95-B: 1521-1526.
 32. Schmitt J, Haake M, Tosch A, Hildebrand R, Deike B, Griss P. Low-energy extracorporeal shock-wave treatment (ESWT) for tendinitis of the supraspinatus: a prospective, randomised study. Journal of Bone Joint and Surgery. British 2001; 83: 873-876.
 33. Rompe JD, Meurer A, Nafe B, Hofmann A, Gerdesmeyer L. Repetitive low-energy shock wave application without local anesthesia is more efficient than repetitive low-energy shock wave application with local anesthesia in the treatment of chronic plantar fasciitis. Journal of Orthopaedic Research 2005; 23: 931-941.
 34. Buchbinder R, Ptasznik R, Gordon J, Buchanan J, Prabaharan V, Forbes A. Ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: a randomized controlled trial. JAMA 2002; 288: 1364-72.
 35. Haake M, Buch M, Schoellner C, Goebel F, Vogel M, Mueller I, et al. Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: randomised controlled multicentre trial. BMJ 2003; 327: 75.
 36. Speed CA, Nichols D, Wies J, Humphreys H, Richards C, Burnet S, et al. Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. A double blind randomised controlled trial. Journal of Orthopaedic Research 2003; 21: 937-40.
 37. Zwerver J, Hartgens F, Verhagen E, van der Worp H, van den Akker-Scheek I, Diercks RL. No effect of extracorporeal shock-wave therapy on patellar tendinopathy in jumping athletes during the competitive season: a randomized clinical trial. American Journal of Sports Medicine 2011; 39: 1191-1199.
 38. Wang CJ, Ko JY, Chan YS, Weng LH, Hsu SL. Extracorporeal shockwave for chronic patellar tendinopathy. American Journal of Sports Medicine 2007; 35: 972-8.
 39. Malliaropoulos N, Jury R, Pyne D et al. Radial extracorporeal shockwave therapy for the treatment of finger tenosynovitis (trigger digit). Open Access Journal of Sports Medicine 2016; 7: 143-151.
 40. Liu S, Zhai L, Shi Z, Jing R, Zhao B, Xing G. Radial extracorporeal pressure pulse therapy for the primary long bicipital tenosynovitis a prospective randomized controlled study. Ultrasound Med Biol. 2012; 38: 727-35.
 41. Ferrara PE, Codazza S, Cerulli S, Maccauro G, Ferriero G, Ronconi G. Physical modalities for the conservative treatment of wrist and hand's tenosynovitis: A systematic review. Seminars in Arthritis Rheum. 2020; 50: 1280-1290.
-