

Zusammenfassung

Hintergrund: Diese Studie beschreibt eine rasche, kostengünstige und leicht beurteilbare Methode zur Erstdiagnose und Verlaufskontrolle der Muskelverletzung. **Methoden:** Es wurden insgesamt 50 Patienten in 2 Gruppen aufgeteilt: Die Patienten der Gruppe A erhielten beim Erstbesuch eine elastische Binde, am nächsten Tag wurde eine Muskelsonographie durchgeführt, dann wieder nach 7 – 14 Tagen sowie nach 4 bis 6 Wochen. Die durchschnittliche Tragedauer der elastischen Binde wurde aufgezeichnet, die Schmerzen mittels Visual Analog Scale (VAS) erhoben und die Bewegungseinschränkung wurde in drei Grade eingeteilt. In der Gruppe B erhielten die Patienten einen Tapeverband. **Ergebnisse:** Bei 36 Patienten konnte bei der ersten Muskelsonographie eine Verletzung gefunden werden, bei 13 Patienten noch bei der zweiten Untersuchung 7 – 14 Tage nach dem Unfall sowie bei einem Patienten nach 6 Wochen. Bei den 37 Patienten der Gruppe A betrug der ursprüngliche Schmerz 6,9 Punkte auf der VAS, bei der zweiten Sonographie 3,3 Punkte und 0,8 Punkte bei der letzten Kontrollsonographie. Bei den 13 Patienten der Gruppe B betrug der Schmerz bei der Erstuntersuchung 6,7, bei der zweiten Sonographie 3,8 und bei der Abschluss-Sonographie 2,0. **Schlussfolgerung:** Die klinischen Symptome und der Verlauf korrelieren mit dem sonographisch objektivierten Bild.

Schlüsselwörter

Muskelverletzung · Sonographie · konservative Therapie · elastische Bandage · Tapeverband

Abstract

Background: Over one third of all sports related injuries affect the muscle-tendon apparatus. Therefore an easy, quick and cost effective method for diagnosis and follow up is necessary. **Methods:** We studied 50 patients with muscle strain injuries divided in two groups. The patients of group A received an elastic bandage, within the next 24 hours the first sonography of the affected limb was performed. The next check up was after 7 to 14 days and after 4 to 6 weeks. The average duration of use was registered. The visual analogue scale (VAS) was used to register pain, and the reduction of activity and motion was classified in three grades. In the patients of group B a tape bandage was applicated to the injured leg. The same schedule was used for these patients. In all patients a cooling therapy was started as soon as possible. The two groups of patients were checked regularly using ultrasonography and compared to each other due to the different parameter. **Results:** In 36 patients a muscular injury was detected sonographically during the first check up. In 13 patients on day 7 to 14, still a lesion was detectable. And in one patient 6 weeks after injury a lesion was still detectable. The 37 patients of group A reported an average of 6.9 points on VAS on day one, after 7 to 14 days 3.3 points and 0.8 points after the last check up. The 13 patients of group B reported an average of 6.7 points on VAS on day one, after 7 to 14 days 3.8 points and 2.0 points after the last check up. **Conclusions:** The clinical symptoms show good correlation to the sonographic results.

Key words

Muscle strain injury · sonography · conservative treatment · elastic bandage · tape application

Institutsangaben

Universitätsklinik für Unfallchirurgie, Medizinische Universität Wien

Korrespondenzadresse

Dr. Harald Wolf · Universitätsklinik für Unfallchirurgie, Medizinische Universität Wien, AKH-Wien · Währinger Gürtel 18 – 20 · 1090 Wien · Österreich · E-mail: Harald.Wolf@meduniwien.ac.at

Bibliografie

Sportverl Sportschad 2006; 20: 1 – 6 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
DOI 10.1055/s-2006-926997
ISSN 0932-0555

Einleitung

30% aller Sportverletzungen betreffen den Muskel-Sehnen-Bereich [1]. Muskel, wie die ischiocrurale und Adduktorenmuskulatur, der Gastrocnemius und der Rectus femoris, Semitendinosus, Semimembranosus und Biceps femoris, die der Überbrückung zweier Gelenke dienen, sind für Verletzungen prädisponiert [1, 10]. Der Begriff Muskelzerrung und Muskelfaserriss wird oft als Synonym verwendet. Häufigster Läsionsort ist der Muskel-Sehnen-Übergang [12, 13]. Nach 24 Stunden sind histologisch Fasernekrosen, intramuskuläres Hämatom, ausgeprägtes Ödem und zahlreiche Leukozyten nachweisbar. Das „Mikrokompartmentsyndrom“ des Muskels bezieht sich auf die Verletzung einzelner Faszikel und Muskelbündel, bei sonst unverletztem Muskel. Nach 48 Stunden ist die ehemalige Muskelfaser komplett zerstört und nach 7 Tagen ist eine Kollagenfibrose an der Stelle nachweisbar. Es wird simultan die Formation neuer Muskelfasern und Narbengewebe kompetitiv gebildet. Der Skelettmuskel besitzt eine hohe Regenerationstendenz, bei großen Verletzungsarealen wird aber die Muskelfunktion durch die gleichzeitige Narbenbildung beeinträchtigt.

Diese Verletzungsfolgen sind mittels Muskelsonographie bis zu 6 Wochen nachweisbar. Die Muskelsonographie eignet sich grundsätzlich zur Erstdiagnose, Verlaufskontrolle und Kontrolle von Faszienlücken, Muskelhernien, lokalen Verklebungen sowie zur sonographiegezielten Hämatompunktion und Punktion bei Verdacht auf sekundär aufgetretene Infekte [2, 11].

Die Therapie umfasst eine sofortige Kompression am Unfallort (etwa durch den Sportler selbst), primäre Schonung mit Kryotherapie (die innerhalb der ersten 15–20 Minuten begonnen werden sollte, mit einer wiederholten Anwendungsdauer von 30 min alle 6–8 Stunden für 24–48 h) und Hochlagern zur Verminderung des sonst entstehenden Hämatoms, der Gewebsschwellung und der überschießenden Entzündungsreaktion [12]. Die Kältetherapie führt zu einer verminderten Freisetzung von hydrolytischen Enzymen (Proteasen) und Entzündungsmediatoren wie Prostaglandin E₂ [15]. Diese Therapie sollte die ersten 24–48 Stunden beibehalten werden; bei Muskelfaserrissen ist eine anschließende Dehnungsbehandlung mit passivem statischen Dehnen über 12–18 Sekunden, wiederholt 4- bis 12-mal empfehlenswert [1]. Die Kompressionsbehandlung kann mittels Kompressionsverband, Kompressionsstrumpf (Kompressionsklasse 2) und Tapeverband durchgeführt werden [12]. Ab Grad-II-Läsion ist eine Entlastung nur mit Bewegungen im schmerzfreien Bereich empfohlen [12]. Eine chirurgische Naht ist nur bei kompletten Muskelrissen mit deutlich mehr als 25% des gesamten Muskeldurchmessers sowie bei chronischen Schmerzen und funktionellen Einschränkungen, durch Vernarbung und Adhäsionen empfohlen [1, 18]. Zur Therapie mit nicht-steroidalen Antirheumatika ist anzumerken, dass in Tierversuchen durch eine Hemmung der Makrophagen sowie eine verzögerte Nekrose und Kollagen eine Verzögerung der Regene-

ration von Muskelfasern histologisch nachgewiesen wurde, so dass eine Schmerztherapie mit NSAR nur in der Akutphase indiziert ist [12, 16, 17, 19, 20].

Ziel der Studie ist es, eine Aussage über den Schweregrad, den Schmerzgrad und Schmerzverlauf, die Bewegungseinschränkung sowie über die Behandlungsdauer und den weiteren Verlauf nach Verletzungen der Unterschenkelmuskulatur bei der Anwendung eines Tapeverbandes beziehungsweise einer elastischen Bandage durch sonographische Erstdiagnose und Verlaufskontrolle **Verb? machen** zu können und ein Therapieprinzip zu definieren.

In der Fachliteratur finden sich derzeit keine vergleichbaren Untersuchungen, die den klinischen Verlauf unter dem Einfluss der Kompressionsbehandlung und muskelsonographischer Kontrolle in Korrelation gesetzt haben.

(Klinische Klassifikation: siehe Tab. 1)

Patienten und Methoden

Wir haben über einen Zeitraum von 1 ½ Jahren (Frühjahr 2003 bis Mitte 2004) d.h. eine volle Sommer- und Wintersaison (bei gleichmäßiger Verteilung der Patienten), die klinische Anwendung der Weichteilsonographie bei Muskelverletzungen untersucht. Wir haben daher die beiden am häufigsten angewandten Therapien regelmäßig sonographisch verfolgt. Diese Therapie-schemata umfassen die Bandagebehandlung sowie die Taping-behandlung (elastische Binde: bmp Idealbinde 5 m × 8,0 cm, BSN medical GmbH & Co. KG, D-22771 Hamburg, Germany; Tapeverband: Leukotape classic 10 m × 3,75 cm, BSN medical GmbH & Co. KG, D-22771 Hamburg, Germany).

Die Patienten wurden jeweils vom diensthabenden Ambulanzarzt erstversorgt und nach seiner klinischen Einschätzung wurde eine elastische Bandage oder ein Tapeverband am Unterschenkel für die ersten 24 Stunden angelegt, lokale Kältetherapie (mittels „Coolpacks“) und körperliche Schonung für die ersten 48 Stunden empfohlen, die erste Muskelsonographie am nächsten Tag, zwischen 7 und 14 Tagen als Verlaufskontrolle und nach 4 bis 6 Wochen als Abschlusskontrolle durchgeführt. Die Schmerzsymptomatik vonseiten des Patienten wurde mit der von 0 bis 10 verdeckt verlaufenden Farbskala beurteilt (0 = kein Schmerz; 10 = stärkster möglicher Schmerz). Die Aktivitätseinschränkung beziehungsweise die Mobilität des Patienten wurde anhand subjektiver Angaben des Patienten in 4 Stufen eingeteilt (0 = keine Einschränkung; 1 = leichte Einschränkung; 2 = mittlere Einschränkung; 3 = starke Einschränkung).

Eine Therapie mit NSAR (z. B. Diclofenac) wurde bei Bedarf in den ersten Tagen nach dem Unfall dem Patienten verordnet.

Tab. 1 Klinische Klassifikation nach Reid [14]

Grad	Schmerz/Schwellung	Defekt	Beweglichkeitseinschränkung	Funktionsverlust
I-Muskelzerrung	minimal	0	minimal	minimal
II-Muskelteilruptur	mäßig	0	deutlich	deutlich
III-Muskelruptur	stark	tastbar	stark	komplett

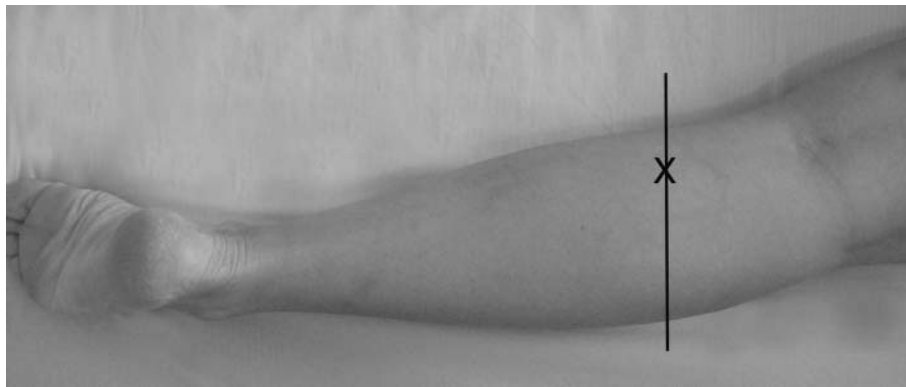


Abb. 1 Querschnittsebene der Sonographie am punctum maximum des Schmerzes (mit X bezeichnet).

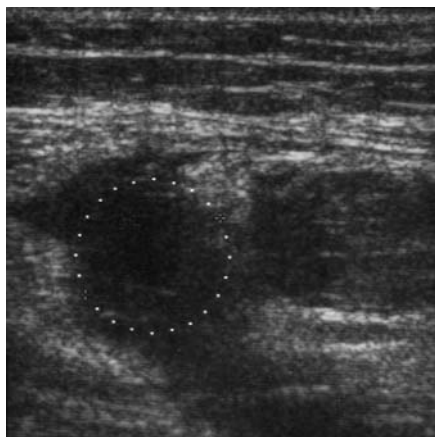


Abb. 2 Patient C. W.: 1,32 × 1,32 cm große Läsion sowie eine zweite Läsion daneben am ersten Tag nach dem Unfall.

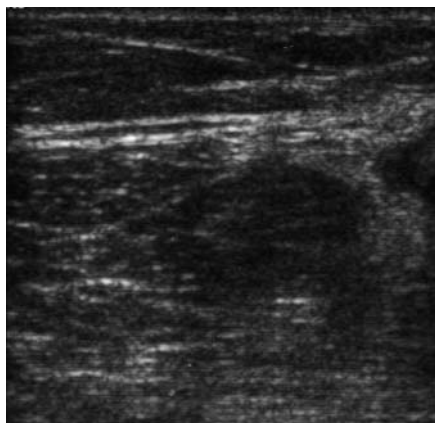


Abb. 3 Patient C. W.: vier Wochen nach der ersten Sonographie; deutliche Auflösung der Hypoechogenität.

Nach der ersten Muskelsonographie wurden die Patienten 2 Gruppen zugeteilt. In der Gruppe A wurde die Therapie mit der elastischen Bandage weitergeführt, bei Patienten der Gruppe B wurde die Tapebehandlung weitergeführt.

Durchführung der Sonographie

Verwendetes Sonographiegerät: HDI 3500, Philips (Österreich, A-1100 Wien, Schallkopfkonfiguration 7,5 MHz; linear array transducer, range 5–12 MHz; Einstellung: Skelettmuskel, oberflächennah).

Echocharakteristik der akuten Verletzung

Der zeitliche Ablauf gestaltet sich stadienhaft unter sonographischer Kontrolle: Ab dem ersten Tag der Verletzung findet sich das

echoarme Areal; ab Tag 14 nimmt die Echogenität in dem verletzten Bereich langsam wieder zu und es erscheinen ab Tag 28 kräftig werdende Reflexbänder im Verletzungsbereich. Ab dem Tag 63 ist die Hypoechogenität im Verletzungsbereich nicht mehr nachweisbar [22].

Wir erfassten bei jeder Muskelsonographie folgende Kriterien:

1. Volumenzunahme und Aponeurosenverformung des Muskels,
2. Hypoechogenität (d.h. eine echoarme Stelle signalisiert den Bereich der Verletzung),
3. Flüssigkeitsvermehrung sowie Hyperechogenität.

Eine leichtgradige Muskelverletzung zeigt typischerweise eher ein hyperechogenes Schallmuster im Vergleich zum hypoechoenen Hämatom bei höhergradigem Muskelriss [13].

Es wurde der gesamte muskuläre Anteil des Unterschenkels sowie die am meisten schmerzhafteste Stelle des Muskels als auch die Gegenseite sonographisch untersucht.

Weiter wurde die Hämatomgröße und Volumenänderung mittels des Messprogramms des Sonographiegerätes gemessen und bei der nächsten Untersuchung wieder kontrolliert. Die Veränderungen sind im Querschnitt deutlicher als im Längsschnitt zu beurteilen [22]. Als Dokumentation wurden die pathologischen Veränderungen als Thermoprint festgehalten. Siehe Abb. 2 (Verlauf einer Verletzung).

Die Muskelsonographie wurde von allen vier Autoren durchgeführt, wobei bei der Mehrzahl der Patienten der Erst- und Koautor die Sonographie durchgeführt haben.

Es wird erwartet, eine Aussage über den klinischen Schweregrad der Muskelverletzung, die Schmerzintensität, den Grad der Bewegungseinschränkung und den weiteren klinischen Verlauf der Verletzung treffen zu können. Des Weiteren sollte die durchschnittliche Behandlungsdauer gefunden werden und der Verlauf der Therapie sonographisch kontrolliert werden.

Siehe Abb. 1 zur Darstellung der Querschnittsebene bei Muskelverletzung am Unterschenkel (Markierung X an der Stelle mit den meisten Schmerzen). Zur sonographischen Dokumentation siehe Abb. 2 und 3 für den ersten Fallbericht sowie 4–6 für den zweiten Fallbericht.

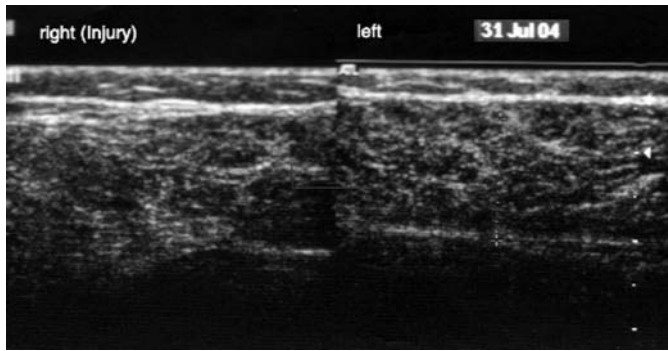


Abb. 4 Patient B. G.: erster Tag nach dem Unfall, diffuse Ödembildung (hyperechogen) der Muskulatur (rechte Seite); linke Seite im Vergleich.

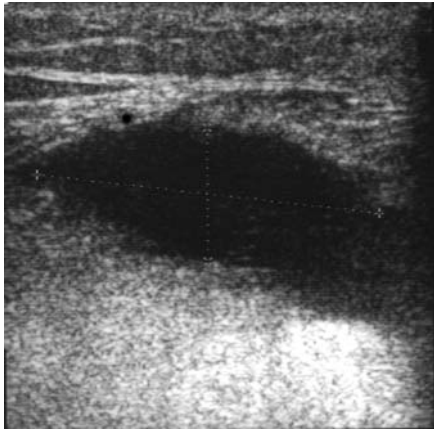


Abb. 5 Patient B. G.: zehn Tage nach der Erstuntersuchung 2,98 × 1,16 cm große Läsion.

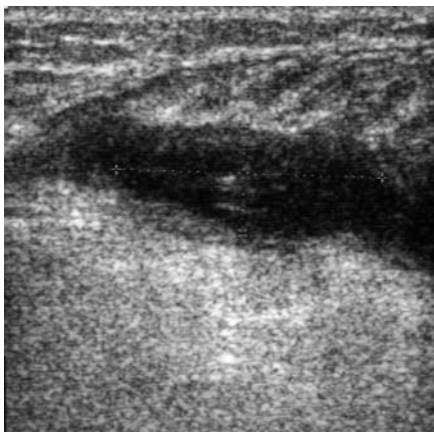


Abb. 6 Patient B. G.: rüchläufiges Hämatom 4 Wochen nach der Verletzung.

Tab. 2 Hämatomgröße und Anzahl der Patienten

Untersuchungstag	Tag 1 ¹	Tag 7–14	6 Wochen
hypoechogener Hämatombereich (n = 33)	23	9	1
hyperechogener Ödembereich (n = 17)	13	4	0
Gruppe A ²	1,36 × 1,31 ³	1,17 × 1,11 ³	0 ³
Gruppe B ⁴	1,60 × 0,75 ³	0,99 × 0,38 ³	0,76 × 0,29 ³

¹ Untersuchungstag: 1d/7d – 14d/6 Wochen nach dem Unfall.

² elastische Binde

³ Tapeverband

⁴ Durchschnittliche Hämatomgröße in cm.

Resultate

Es konnten 30 männliche und 20 weibliche Patienten in unsere Studie eingeschlossen werden. Das Durchschnittsalter betrug 41 Jahre (14 bis 80 Jahre). Anhand der klinischen Klassifikationskriterien nach Reid wurden 20 Grad-I-Verletzungen, 16 Grad-II-Verletzungen, und 14 Grad-III-Verletzungen diagnostiziert. Als Ursache wurde bei 26 Patienten eine Sportverletzung, bei 10 Patienten eine Verletzung beim Gehen, bei 6 Patienten eine Verletzung beim Stiegensteigen, bei 2 Patienten eine Verletzung bei einem Sprung, bei 2 Patienten ein direktes Trauma und bei 4 Patienten eine sonstige Ursache (Heben eines schweren Gegenstandes, Wadenkrampf, Aufstehen aus dem Sitzen) als Verletzungsursache gefunden. Die Erstuntersuchung fand durchschnittlich 1,3 Tage nach dem Unfalltag statt. Bei 4 Studienpatienten ist eine niedermolekulare Heparinisierung (Thrombose in der Anamnese) aufgrund der ruhig stellenden Therapie erforderlich gewesen. Bei einem Patienten ist eine Beinvenenthrombose als Komplikation 2 Tage nach Unfall aufgetreten.

Gruppe A: Von den 37 mittels elastischer Binde behandelten Patienten (21 Männer, 16 Frauen) war bei 15 Patienten bei der ersten Untersuchung ein Muskelhämatom nachweisbar. Bei 7 Patienten war bei der zweiten Sonographie (7. bis 14. Tag) ein Muskelhämatom nachweisbar, davon bei einem Patienten erst bei der zweiten Untersuchung; bei der Erstuntersuchung wurde bei ihm ein unauffälliger Befund erhoben (Abb. 4–6). Bei keinem Patienten dieser Gruppe war bei der dritten Muskelsonographie ein Hämatom nachweisbar.

Gruppe B: Von den 13 mittels Tapeverband behandelten Patienten (9 Männer, 4 Frauen) war bei 8 Patienten bei der ersten Untersuchung ein Muskelhämatom nachweisbar. Bei 2 Patienten war bei der zweiten Sonographie noch ein Muskelhämatom nachweisbar. Bei einem Patienten dieser Gruppe war bei der dritten Muskelsonographie noch ein Muskelhämatom nachweisbar. Bezüglich Korrelation der sonographischen Ergebnisse mit der klinischen Symptomatik siehe Tab. 2 – 7.

Statistik

Bezüglich des Verletzungsgrades ist ein signifikanter Unterschied zugunsten der Gruppe B feststellbar gewesen (2,1 vs. 1,6; chi-test $p < 0,01$). Es wurde eine Signifikanzprüfung (mittels Mann-Whitney-Test) zwischen den beiden Gruppen in Hinsicht auf Aktivität durchgeführt: Dabei fand sich ein signifikanter Unterschied ($p = 0,31$) zum Zeitpunkt nach 7 bis 14 Tagen zugunsten einer geringeren Einschränkung der Patienten der Gruppe A (E-Binde). Es fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der Hämatomgröße, es gibt jedoch einen Trend ($p = 0,79$) zwischen den Gruppen, der darauf hinweist, dass die Hämatomfläche in der Gruppe A am ersten Untersuchungstag größer ist (mittlerer Rang 7,56 vs. 3,33). Weiter fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen in Hinsicht auf Hämatom ja/nein zu den 3 Untersuchungszeitpunkten. Ebenso fand sich kein signifikanter Unterschied in Hinsicht auf den Schmerzgrad in den beiden Gruppen (chi-test $p > 0,1$).

Tab. 3 Tragedauer des Verbandes

Tragedauer des Verbandes	
8,6 ¹	Gruppe A
Tape/E-Binde ² 6,3/10,5	Gruppe B
8,4	durchschnittliche Gesamttragedauer

¹ Durchschnittliche Tragedauer in Tagen (Abnahme am letzten Tag).

² Beginn mit Tapeverband, dann Umstieg auf elastische Binde (Abnahme am letzten Tag).

Tab. 4 Ergebnis Gruppe A (mit elastischer Binde versorgt)

Gruppe A (n = 37)	klin. Verletzungsgrad	Sonographie 1 ¹	Sonographie 2 ¹	Sonographie 3 ¹
	1,6 ²	15 ³	7 ³	0 ³

¹ Untersuchungstag 1, 2, 3: 1d/7d – 14d/6 Wochen nach dem Unfall.

² Durchschnittl. Grad der Muskelzerrung [14].

³ Anzahl der Pat. mit hypoechogenem Muskelsonogramm.

Tab. 5 Schmerzgrad und Aktivitätsgrad der Gruppe A

	Schmerzgrad (VAS)	Aktivitätsgrad
Tag 1	6,9	2,3
Tag 7 – 14	3,3	1,6
6 Wochen	0,8	1,0

Tab. 6 Ergebnis Gruppe B (mit Tapeverband versorgt)

Gruppe B (n = 13)	klin. Verletzungsgrad	Sonographie 1 ¹	Sonographie 2 ¹	Sonographie 3 ¹
	2,1 ²	8 ³	2 ³	1 ³

¹ Untersuchungstag 1, 2, 3: 1d/7d – 14d/6 Wochen nach dem Unfall.

² Durchschnittl. Grad der Muskelzerrung [14].

³ Anzahl der Pat. mit hypoechogenem Muskelsonogramm.

Tab. 7 Schmerzgrad und Aktivitätsgrad der Gruppe B

	Schmerzgrad (VAS)	Aktivitätsgrad
Tag 1	6,7	2,4
Tag 7 – 14	3,8	2,4
6 Wochen	2,0	1,0

Diskussion

Symptomänderung und Therapieerfolg abhängig vom Muskelsonogramm

Bei 50 Patienten mit den typischen klinischen Beschwerden und passender Anamnese erbrachte die Sonographie einen patholo-

gischen Befund, wobei bei einem Drittel der Patienten kein intramuskuläres Hämatom, sondern nur eine hyperechogene Läsion im Sinne eines intramuskulären Ödems gefunden wurde. Jene war bei 4 Patienten noch bei der 2. Sonographie nach rund 10 Tagen noch nachweisbar. Bei allen anderen konnte die Hyperechogenität nicht mehr nachgewiesen werden. Die sonographischen Zeichen des Hämatomabbaus korrelieren mit der Abnahme der klinischen Symptomatik im Verlauf; mit Ausnahme eines Patienten (siehe Abb. 4 – 6), bei dem ein Hämatom sowie deutliche klinische Beschwerden erst bei der zweiten Sonographie gefunden wurden [24]. Das intramuskuläre Hämatom war in praktisch allen Fällen nahe am punctum maximum des Schmerzes im Querschnitt zu finden; in der Akutphase typisch hypoechogen. Eine „Keulenform“ im Längsschnitt war weniger deutlich zu identifizieren. Die Muskelsonographie eignet sich als rasches, günstiges und einfach durchführbares Verfahren zur Erstdiagnostik, Klassifikation und Verlaufskontrolle bei Muskelverletzungen.

Therapieformen

Gesicherte wissenschaftliche Berichte über die Wirksamkeit von elastischen Bandagen und Tapeverbänden bei Muskelverletzungen liegen bislang nicht vor, obwohl diese Behandlungsmethoden in der klinischen Anwendung als positiv beurteilt werden [12]. Erfahrungsgemäß gibt der Tapeverband der überwiegenden Mehrzahl der Patienten ein subjektiv verstärktes Stabilitätsgefühl. Die Verbesserung des Schmerzgrades und der Bewegungseinschränkung ist nicht signifikant unterschiedlich zur Therapie mit der elastischen Binde. Patienten, die primär mit Tapeverband behandelt wurden, trugen anschließend noch für rund 11 Tage eine elastische Binde. Die signifikant geringere Bewegungseinschränkung in der Gruppe A (E-Binde) nach 7 bis 14 Tagen gegenüber der Gruppe B lässt sich auf den klinisch geringeren Verletzungsgrad in der Gruppe A am ehesten zurückführen.

Da die klinisch evaluierte Verletzungsschwere am ersten Tag nach der Verletzung in der Gruppe B (Tapeverband) signifikant höher ist (2,1 vs. 1,6) und die klinischen Ergebnisse sehr ähnlich sind, liegt daher die Schlussfolgerung nahe, dass die Behandlung mit dem Tapeverband effektiver ist, ein sonographischer Unterschied jedoch nicht gefunden werden konnte. Bei unseren Patienten war eine durchschnittliche Behandlungsdauer mittels Kompressionsverband von 8 Tagen erforderlich; angeschlossen wurde eine Aufbauphase mit aktiven Dehnungsübungen und Steigerung der sportlichen Belastung je nach Schmerzintensität über mehrere Wochen [12]. Eine längere Anlage eines Verbandes ist aus unserer Datenlage nicht mehr unbedingt als erforderlich zu sehen.

Fazit

Grundsätzlich gilt, eine rasche Arbeitsfähigkeit nach der Ruhigstellungsperiode, abgesichert durch eine objektive Untersuchungsmethode, sowie eine effiziente Terminisierung der Kontrollen im Krankenhaus und eine kostengünstige und wirksame Verbandanordnung bei dieser häufigen Verletzung zu etablieren.

Das Therapieschema hat sich im Alltag in unserer Klinik als empfehlenswert erwiesen. Der Rückgang der Schmerzsymptomatik sowie der Bewegungseinschränkung korreliert mit den stadienhaft ablaufenden Veränderungen in der Muskelsonographie. Eine weiterführende Diagnostik mittels MR-Tomographie ist unserer Meinung nach nur wenigen Spezialfällen vorbehalten [2, 16].

Wolf H et al. Die Anwendung der ... Sportverl Sportschad 2006; 20: 1 – 6

Literatur

- ¹ Neumann K. Muskel und Sehnenverletzungen. Unfallchirurg 1998; 101: 482–490
- ² Grechenig W, Peicha G, Clement H et al. Sonographie beim Trauma. Orthopäde 2002; 31: 143–155
- ³ Boutin RD, Fritz RC, Steinbach LS. Imaging of sports-related muscle injuries. Radiol Clin North Am 2002; 40 (2): 333–362
- ⁴ Takeyashi S et al. Sonographic findings in muscle strain injury: clinical and MR imaging correlation. J Ultrasound Med 1995; 14 (12): 899–905
- ⁵ Fleckenstein JL et al. Sports-related muscle injuries: evaluation with MR imaging. Radiology 1989; 172 (3): 793
- ⁶ Popovic N, Lemaire R. Muscle injuries in athletes: pathogenesis, diagnosis and treatment. Rev Med Liege 2001; 56 (5): 353–359
- ⁷ Palmer WE, Kuong SJ, Elmadbouh HM. MR imaging of myotendinous strain. AJR Am J Roentgenol 1999; 173 (3): 703–709
- ⁸ Beiner JM, Jokl P. Muscle contusion injuries: current treatment options. J Am Acad Orthop Surg 2001; 9 (4): 227–237
- ⁹ Best TM. Soft-tissue injuries and muscle tears. Clin Sports Med 1997; 16 (3): 419–434
- ¹⁰ Noonan TJ, Garrett Jr WE. Muscle strain injury: diagnosis and treatment. J Am Acad Orthop Surg 1999; 7 (4): 262–269
- ¹¹ Cicvaric T, Fuckar Z, Ekl D et al. Ultrasound guided puncture and drainage in the treatment of gastrocnemius muscle strains. (Abstract). Vienna, Austria: Vienna Future Symposium, 2003
- ¹² Bily W, Kern H. Diagnose, Erstversorgung und Klassifikation von Muskelverletzungen in der Sportmedizin. Sportverl Sportschad 1998; 12: 87–93
- ¹³ Jacobson JA. Ultrasound in sports medicine. Radiol Clin N Am 2002; 40: 363–386
- ¹⁴ Reid DC. Muscle Injury: classification and healing. Sports injury assessment and rehabilitation. New York: Churchill Livingstone, 1992: 88–99
- ¹⁵ Knight KL. Cryotherapy: Theory, Technique, and Physiology. Chattanooga 1985; 15 (31): 73–156
- ¹⁶ Garrett WE. Muscle Strain Injuries. Am J Sports Med 1996; 24 (Suppl): S2–S8
- ¹⁷ Obremsky WT, Seaber AV, Ribbeck BM et al. Biomechanical and histological assessment of a controlled muscle strain injury treated with piroxicam. Am J Sports Med 1994; 22 (4): 558–561
- ¹⁸ Boutin RD, Fritz RC, Steinbach LS. Imaging of sports-related muscle injuries. Radiol Clin N Am 2002; 40: 333–362
- ¹⁹ Huard J, Yong L, Fu F. Muscle injuries and repair: Current trends in research. J Bone Joint Surg 2002; 84 (5): 822–832
- ²⁰ Fukushima K, Badlani N, Usas A et al. The use of an antifibrosis agent to improve muscle recovery after laceration. Am J Sport Med 2001; 29 (4): 394–402
- ²¹ Rantanen J, Thorsson O, Wollmer P et al. Effects of therapeutic Ultrasound on the regeneration of skeletal myofibers after experimental muscle injury. Am J Sport Med 1999; 27 (1): 54–59
- ²² Küllmer K, Rompe JD, Eysel P et al. Möglichkeiten und Grenzen der Interpretation von Muskelsonogrammen. Unfallchirurgie 1996; 22: 12–19
- ²³ Bianchi S, Martinoli C, Waser NP et al. Central aponeurosis tears of the rectus femoris: sonographic findings. Skeletal Radiol 2002; 31 (10): 581–586
- ²⁴ Küllmer K, Rompe JD, Eysel P et al. Sonographische Verlaufskontrolle von experimentellen Muskelverletzungen. Sportverletzung Sportschaden 1995; 9 (3): 69–71