

M. Hering,  
M. Schrader,  
C. Ganss,  
Ch. Zwicker

## Kniegelenksveränderungen in der MRT bei TAEKWONDO-Sportlern

### Knee joint alterations in Taekwondo

Radiologisches Zentralinstitut (Leiter: Prof. Dr. med. U. Goertler) mit Abt. für CT- und MRT-Diagnostik (PD Dr. C. Zwicker), Hegau-Klinikum, Singen/HTWL

#### Zusammenfassung

Charakteristisch für die koreanische Kampfsportart Taekwondo sind hohe Fußtritte und -sprünge, die zu einer Belastung im Kniegelenk führen können. Bei 20 aktiven Taekwondo-Sportlern führten wir neben Anamnese und klinischer Untersuchung eine Magnetresonanztomographie des Kniegelenkes zur Beurteilung von Veränderungen der Knieinnenstrukturen durch.

An pathologischen Veränderungen wiesen wir Rupturen des vorderen Kreuzbandes, Meniskuseinrisse und retropatellare Knorpelläsionen Grad III nach, teilweise auch miteinander kombiniert.

In 40% zeigten sich zentrale Meniskusdegenerationen Grad II im Hinterhorn des Innenmeniskus.

Taekwondo zählt aufgrund der Belastung zu den High-Risk-Pivoting Sportarten und ist, die degenerativen Veränderungen der Menisci betreffend, ungefähr mit Basketball zu vergleichen.

**Schlüsselwörter:** Taekwondo, Kampfsport, Kniegelenk, MRT.

#### Summary

For the Korean martial art „Taekwondo“ high kicks and jumps are characteristic. These technics may result in sport-associated knee-joint alterations. In our study we examined 20 Taekwondo-athletes. Next to the history and physical examination, MRT-imaging of the knee was performed to identify alterations concerning the inner knee-joint structures.

For pathological alterations ruptures of the anterior cruciate ligament, meniscal tears and cartilage lesions grade III on the retropatellar surface were found singularly or combinend with each other. Central degenerations of the medial meniscus grade II in the area of the posterior horn were detected in 40%.

Because of the strain on the knee-joint Taekwondo belongs to the high-risk-pivoting sports. In respect of the degenerations found concerning the meniscus, Taekwondo is to be compared with basketball.

**Keywords:** Taekwondo, martial arts, knee-joint, magnetic resonance tomography

#### Einleitung

Die koreanische Kampfsportart Taekwondo erfreut sich einer zunehmenden Beliebtheit in Deutschland. Gefördert wird dieses Interesse auch durch die erstmalige Teilnahme von Taekwondo an den Olympischen Spielen im Jahr 2000 in Sidney.

Das moderne Taekwondo wurde offiziell 1954 gegründet und stellt eine Zusammenfassung der verschiedenen alten Kampfkunstsysteme Koreas dar. Taekwondo leitet sich aus den drei Worten Tae für Fuß, Kwon für Faust und Do, übersetzt geistiger Weg, ab und bedeutet frei übersetzt „Kunst des Fuß- und Handkampfes“. Historische Deckengemälde in Korea aus der Zeit zwischen dem Jahr 3 bis 427 n.Chr. zeigen bereits Männer bei Taekwondo-Übungen (9).

Dabei setzt sich das moderne Taekwondo aus verschiedenen Disziplinen zusam-

men, die in einer Prüfung vorgeführt werden müssen, um einen entsprechenden Ausbildungsgrad zu erreichen. Hierbei unterscheidet man Schülergrade (Kup, Farbgurte) und Meistergrade (Dan, Schwarzgurte). Bei den praktizierten Disziplinen handelt es sich um die Form (Poomse, Hyong), einen vorgeführten Kampf gegen imaginäre Gegner mit einer vorgegebenen Bewegungsform sowie Selbstverteidigung (Hosinsul) und den Bruchtest (Kyokpa), eine Übung, bei der mit Taekwondo Fuß- oder Fausttechniken Bretter zerschlagen werden müssen, um die korrekte Technik und deren Effizienz zu überprüfen. Als letztes ist noch der Wettkampf (Kyorugi) zu nennen, ein Vollkontaktkampf, bei dem die Wettkämpfer eine Schutzweste und einen Helm tragen und durch Tritte und Schläge versuchen Punkte zu erzielen. Bei dieser Form des Kampfes ist der Faustschlag zum Kopf ebenso wie Wurftechniken verboten.

Charakteristisch für Taekwondo sind hohe Fußtritte und -sprünge, wobei großteils Schnapptritte durchgeführt werden, die zu einer Belastung im Kniegelenk führen können.

Ziel unserer Untersuchung war die Feststellung von Kniegelenksveränderungen durch Taekwondo mittels Magnetresonanztomographie (MRT).

#### Material und Methoden

20 aktive Taekwondosportler wurden anamnestisch nach Kniebeschwerden und -verletzungen befragt und danach klinisch untersucht. Im Anschluß wurde eine Kernspintomographie des Kniegelenkes durchgeführt.



Bei der Anamnese wurde nach dem Alter, der Ausübungsdauer von Taekwondo, den durchschnittlichen Trainingseinheiten pro Woche und nach der aktiven Wettkampfbeteiligung gefragt. Ferner wurden andere Sportarten und deren Trainingsintensität in die Anamnese aufgenommen. Anschließend erfolgte eine Anamnese unter besonderer Berücksichtigung von Kniegelenksbeschwerden.

Bei der klinischen Untersuchung wurden folgende Tests an dem klinisch führenden Kniegelenk oder, falls keine Beschwerden vorlagen, dasjenige, welches im Taekwondo häufiger benutzt wurde, durchgeführt: Vordere und hintere Schublade, Steinmann I und II, McMurray, Payr, vermehrte seitliche Aufklappbarkeit.

Die Kernspintomographie der Kniegelenke wurde nach folgendem Untersuchungsprotokoll durchgeführt: Die Untersuchung wurde bei 1,0 Tesla (Magnetom SP 42, Siemens AG, Erlangen) mit einer flexiblen Spule (CP-Flex-Large, Siemens AG, Erlangen) in Rückenlage durchgeführt. Folgende Sequenzen kamen zur Anwendung:

1. T2- und Protonen gewichtete Spin-Echo-Sequenz (T2-SE) TR2200 ms, TE80/20 ms, Flipwinkel: 40 deg, Bildfeld (FOV): 180x180 mm, Bildmittlungen (BM): 1, Anzahl der Schichten: 22, Schichtdicke: 3mm, Schichtabstand: 0.2 mm, Untersuchungszeit: 8.17 min. Sagittale und Coronare Schnittebene.

2. T1-gewichtete Spin-Echo-Sequenz (T1-SE) TR630 ms, TE 15 ms, Bildfeld (FOV): 180x180 mm, Bildmittlungen (BM): 2, Anzahl der Schichten: 27, Schichtdicke: 3mm, Schichtabstand: 0.1 mm, Untersuchungszeit: 5.36 min. Transversale Schnittebene.

Die Gesamtuntersuchungsdauer betrug 22.1 min.

Die kernspintomographischen Aufnahmen wurden von zwei erfahrenen Radiologen ohne Kenntnis des klinischen Befundes ausgewertet. Folgende Parameter wurden abgeklärt. Menisci, Kreuzbänder, Kollateralbänder, kondylärer und retropatellarer Knorpel, Patellar-, Quadrizeps- und andere Sehnen, Markraum und Knochenveränderungen, Gelenkerguß und Vorhandensein einer Bakerzyste.

Die 20 untersuchten aktiven Taekwondo SportlerInnen waren im Alter von 20 bis 40 Jahren, (Durchschnittsalter  $30 \pm 5.5$  Jahre, 18 männliche und 2 weibliche SportlerInnen). Im Mittel trainierten die Probanden seit 8 Jahren Taekwondo, durchschnittlich 2,35 Trainingseinheiten pro Woche. 12 der Untersuchten sind aktive Wettkampfsportler im Vollkontaktbereich.

**Ergebnisse**

Alle 20 Sportler üben noch andere Sportarten aus, am häufigsten Joggen (N=13) und Radfahren (N=10) als Ausgleich und für die Grundkondition, ferner Schwimmen (N=4) und Skifahren (N=15) sowie Skigymnastik (N=3). Keine zusätzliche Sportart wurde im Wettkampf oder trainings-intensiver als Taekwondo ausgeübt.

Anamnestisch gaben 8 (40%) der Probanden Kniebeschwerden unterschiedlichster Lokalisation an. Dabei gab es in 6 Fällen eine positive Korrelation eines kernspintomographischen Befundes mit der angegebenen Schmerzlokalisierung.

In 4 Fällen (20%) ergaben die klinischen Tests einen pathologischen Befund. Die Patienten mit klinischen Zeichen zeigten alle Veränderungen in der MRT.

**Meniskuseinrisse in der MRT**

Zwei der Probanden (10%) wiesen einen kompletten Meniskusriß, jeweils im Hin-

terhorn des Innenmeniskus, auf. Der eine Proband zeigte dabei weder klinisch einen Befund, noch gab er anamnestisch Beschwerden an. Es handelte sich um einen reinen Zufallsbefund (Abb.2).

Der zweite Patient wies neben dem Meniskuseinriß noch eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes auf. Er gab Schmerzen am äußeren Kniegelenkspalt an und zeigte positive klinische Tests sowohl für den Meniskuseinriß als auch für die vordere Kreuzbandruptur. Die Verletzung entstand bei einem eingedrehten, falsch ausgeführten Wurfversuch mit Belastung und Fixierung des Unterschenkels und Rotation im Kniegelenk. Diese Selbstverteidigungsübung, die den Judowürfen ähnelt, entspricht keiner der üblichen Taekwondo-Techniken.

Eine intrameniskale Signalerhöhung im Sinne einer Meniskusklaision Grad II ohne Verbindung zur Oberfläche nach Stoller (13) wurde in 8 Fällen (40%) nachgewiesen (Abb.1). Alle Veränderungen waren im Hinterhorn des Innenmeniskus lokalisiert. Bei allen 8 Patienten waren keine weiteren Veränderungen im Kniegelenk nachweisbar. Bei fünf von 8 Fällen einer Grad II-Läsion gaben die Patienten anamnestisch Beschwerden im Bereich des medialen Gelenkspaltes an. Zwei Taekwondo-Sportler hatten auch klinisch positive Meniskus-Testergebnisse, in einem Fall alle Tests, im anderen positives Zeichen nach Payr.

Ein Patient wies ein kleines Meniskusganglion von 1,2 cm Größe im Bereich

Abbildung 1: Sagittale Protonen gewichtete Spin-Echo-Sequenz des rechten Kniegelenkes (TR 2200 ms, TE 20 ms, 40 deg). Zentrale Signalerhöhung im Hinterhorn des Innenmeniskus ohne Bezug zur Oberfläche im Sinne einer Meniskopathie Grad III nach Stoller (Pfeil).



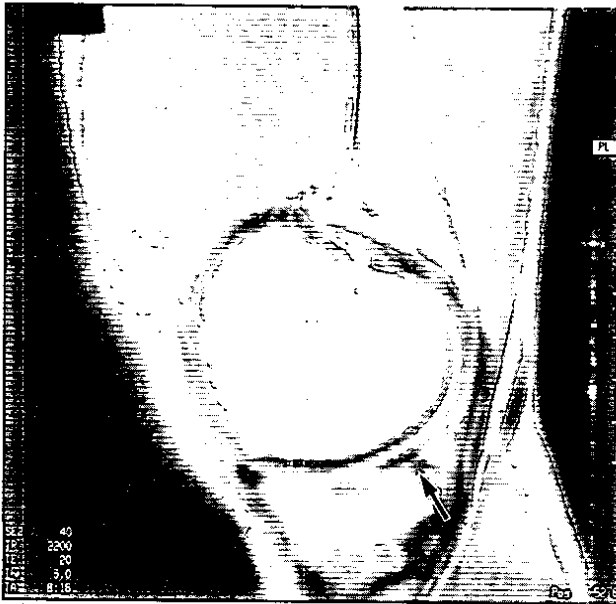


Abbildung 2: Sagittale Protonen gewichtete Spin-Echo-Sequenz des rechten Kniegelenkes (TR 2200 ms, TE 20 ms, 40 deg). Schrägriß im Hinterhorn des Innenmeniskus (Pfeil).



Abbildung 3: Sagittale Protonen gewichtete Spin-Echo-Sequenz des rechten Kniegelenkes (TR 2200 ms, TE 20 ms, 40 deg). Ruptur des vorderen Kreuzbandes (Pfeil).

des Vorderhorns des Innenmeniskus auf. Der Proband gab jedoch einen diffusen Schmerz außen an, die klinische Untersuchung war negativ.

#### Kreuzbandläsionen und Kollateralbänder

Zwei Patienten (10%) hatten eine ältere Ruptur des vorderen Kreuzbandes (Abb.3). Die eine entstand wie oben beschrieben bei einem Wurfversuch, die andere durch eine alte Skiverletzung. Bei beiden Probanden war eine vordere Schublade nachweisbar sowie ein Gefühl der Instabilität im Kniegelenk. Beide gaben einen lateralen Schmerz im Kniegelenkspalt an, bei vorhandenem Meniskusriß innen bei einem der beiden. Das hintere Kreuzband war in allen untersuchten Fällen intakt. An den Kollateralbändern waren keine Schädigungen nachweisbar.

#### Knorpel- und Sehenschäden

Bei zwei der Untersuchten (10%) war ein retropatellärer Knorpelschaden Grad III nach *Yulich und Mitarbeiter* (16) am Oberpol der Patella nachweisbar. Die Ausdehnung der Knorpelläsion betrug ca. 3x4 mm, bzw. 2x3 mm bei dem einen Patienten in Kombination mit der alten Skiverletzung und der vorderen Kreuzbandruptur. Der andere hatte anamnestisch und klinisch keine Symptome.

Kondyläre Knorpelschäden waren in keinem Fall vorhanden. An den abgebildeten Sehnen waren keine Schäden nachweisbar.

#### Schädigungen an Knochen und Markraum

Okkulte Frakturen oder ein Kontusionsödem ließen sich bei keinem Patienten nachweisen. 3 Probanden hatten eine Kompaktinsel im distalen Femur als Normvariante.

#### Bakerzyste und Kniegelenkserguß

Bei zwei der Untersuchten ließ sich eine 2 bzw. 2,5 cm große Bakerzyste am medialen Gastroknemiuskopf nachweisen. Beide hatten sowohl anamnestisch als auch klinisch keine Beschwerden. Bei fünf Probanden ließ sich ein kleiner Kniegelenkserguß nachweisen. Drei der fünf hatten weder Beschwerden noch eine Klinik. Bei zwei Patienten war der Erguß kombiniert mit einer Meniskusläsion Grad II.

#### Diskussion

Von der Kniegelenksbelastung zählt Taekwondo eher zu den High-Risk-Pivoting-Sportarten, die gekennzeichnet sind durch plötzliches Abbremsen und schnelle Drehbewegungen (11). Neben

den Schnapptritten (Ap-chagi, Dollyo-chagi) gibt es noch eine Reihe von Drehritten (Dwit-chagi, Mom-dollyo-chagi). Diese werden jedoch in der Regel nicht während der Rotation abgebremst, so daß die Verletzungsgefahr des Kniegelenkes weit unter denen im Fußball oder alpinen Skifahren liegt. Eine zusätzliche Belastung der Kniegelenke durch direkte Tritte ist im Taekwondo nicht gegeben, da sogenannte Low-Kicks im Wettkampf verboten sind und mit einer Strafe geahndet werden. Taekwondo ist somit eher in den unteren Bereich der High-Risk-Pivoting-Sportarten einzuordnen. Angaben über die Verletzungshäufigkeit im Taekwondo zeigen ebenfalls, daß Kniegelenksschädigungen eher selten sind (1).

Die kombinierte vordere Kreuzbandruptur/Meniskusriß Grad III Hinterhorn Innenmeniskus-Verletzung in unserem Kollektiv wurde durch einen falsch ausgeführten Wurfansatz eines Hüftwurfes während einer Selbstverteidigungsübung verursacht. Es handelt sich um eine Verletzung im Rahmen des Taekwondo-Trainings.

Die zweite vordere Kreuzbandruptur entstand beim Skifahren 2 Jahre vor der Untersuchung, war als Ruptur jedoch damals nur vermutet worden. Der zusätzlich bei diesem Patienten nachweisbare retropatelläre Knorpelschaden Grad III nach *Yulich und Mitarbeiter* (16) dürfte auch auf das Skitrauma zurückzuführen sein.



Der zweite nachgewiesene retropatellare Knorpelschaden Grad III entstand ohne adäquates Trauma. Eine sichere Begünstigung der Entstehung durch das Taekwondo-Training war ebenfalls nicht nachweisbar. Bei jungen Athleten ist die Chondromalacia patellae nach *Gagliardi und Mitarbeiter* (3) eine häufige Diagnose, wobei das Auftreten nicht an bestimmte Bewegungsabläufe gebunden zu sein scheint (5). Sport führt jedoch nicht zwangsläufig zu einer Schädigung des Gelenkknorpels. Vielmehr ist aus histologischen Studien bekannt, daß Anpassungsvorgänge eine Verdickung der elastischen hyalinen Gelenkknorpelschicht bewirken können. Dies konnten *Wacker et al.* (14) am Beispiel junger Fußballspieler MR-tomographisch zeigen.

Zentrale Signalerhöhungen im Meniskus ohne Bezug zur Oberfläche sind eine bekannte Veränderung (4, 13). Interessant sind Vergleiche zwischen Sportlern und Nichtsportlern, wobei *Kornick und Mitarbeiter* (6) bei Nichtsportlern in 25% Meniskus-Signalabnormalitäten nachwiesen, während *Brunner et al.* (2) derartige Veränderungen bei High-Risk-Pivoting Sportarten (Basketball und American Football) in 55% feststellten. Eine Verlaufskontrolle von *Reinig und Mitarbeiter* (10) ergab zudem eine Signalzunahme im Bereich von 10 Menisken bei 17 American Footballspielern im Zeitraum von einem Jahr. Bei Langstreckenläufern scheinen derartige Veränderungen vom Trainingszustand abzuhängen. Es fanden sich diese Verletzungen bei *Shellock et al.* (12) bei trainierten Läufern in 10 % und bei *Kursunoglu-Brahme und Mitarbeiter* (8) bei untrainierten in 50% unmittelbar nach der sportlichen Belastung.

Frühere histologische Untersuchungen haben gezeigt, daß es sich bei den Grad II Meniskusläsionen um mukoide oder hyalinoide Degenerationen oder um fibrovaskuläre Strukturen handelt (4). Die kurzfristigen Signalzunahmen nach sportlichen Belastungen sind durch eine vermehrte Wassereinlagerung in diesen Degenerationszonen erklärbar.

Unser Ergebnis mit einem Anteil von 40 % Grad II-Läsionen im Meniskus entspricht somit in Übereinstimmung mit *Brunner und Mitarbeiter* (2) einem typischen Sportlerkollektiv. Die Lokalisation aller Läsionen im Hinterhorn des In-

nenmeniskus stimmt mit der Prädilektionsstelle von Meniskusrissen überein, so daß in den Fällen, in denen eine Schmerzanamnese oder eine andere Klinik vorlagen, es sich um initial pathologische Veränderungen im Sinne einer graduellen Meniskopathie handeln muß (14). Tierexperimentelle Arbeiten haben zumindest bei iatrogenen Meniskusläsionen eine mögliche Befundrückbildung in einem Zeitraum von 3-6 Monaten nachweisen können (15). Der Proband mit dem Meniskusganglion im Bereich des Vorderhorns des Innenmeniskus wies keine Schmerzen und auch keine anderen klinischen Zeichen auf. Es handelt sich bei ihm um den ältesten Untersuchten mit 40 Jahren, so daß wir von degenerativen Veränderungen ausgehen.

Ein Gelenkerguß, wie bei 5 Probanden (25%) beschrieben, trat in 3 Fällen ohne weitere Veränderungen und ohne klinische Zeichen oder anamnestic Hinweise auf und ist am ehesten als Ausdruck der Belastung beim Training zu werten und nicht als pathologisch (7).

Insgesamt muß Taekwondo nicht nur aufgrund des Bewegungsmechanismus, sondern auch wegen der Belastung des Kniegelenkes, zu den High-Risk-Pivoting Sportarten gezählt werden. In dieser Einteilung liegt der koreanische Kampfsport jedoch eher an der unteren Gefährdungsgrenze, da Rotationsbewegungen nicht mit fixiertem Unterschenkel ausgeführt werden. Im Vergleich zum Normalkollektiv liegt jedoch ein wesentlich höherer Prozentsatz an Belastungsalterationen der Menisci und Kniegelenksinnenstrukturen vor. Vom allgemeinen Verletzungsrisiko ist Taekwondo zu den weniger gefährlichen Sportarten zu rechnen, da nur eine von 500 Verletzungen als ernste Verletzung gilt (1).

#### Literatur

1. *Birrer, R., C. Birrer, S. Duk Sung, D. Stone:* Injuries in Taekwondo. *Phys. and Sportsmed.* 9 (1981), 97-103.
2. *Brunner, M.C., S.P. Flower, A.M. Evancho, F.L. Allman, D.F. Apple, W.A. Fajman:* MRI of the athletic knee: findings in asymptomatic professional basketball and collegiate football players. *Invest. Radiol.* 24 (1989), 72-75.
3. *Gagliardi, J.A., E.M. Chung, V.P. Chandnani, K.L. Kesling, K.P. Christensen, R.N. Null, M.G. Radvany, M.F. Hansen:* Detection and staging of chondromalacia patellae: relative

efficacies of conventional MR imaging, MR arthrography and CT arthrography. *AJR* 163 (1994), 629-636.

4. *Hodler, J., P. Haghghi, M.N. Pathria, D. Trudell, D. Resnick:* Meniscal changes in the elderly: correlation of MRI and histologic findings. *Radiology* 184 (1992), 221-226.
5. *König, H., F. Dinkelacker, K.J. Wolf:* Optimierung der Chondromalacia patellae Diagnostik in der Kernspintomographie. *RöFo* 155 (1991), 142-148.
6. *Kornick, J., E. Trefeiner, S. McCarthy, R. Lange, K. Lynch, P. Jockl:* Meniscal abnormalities in the asymptomatic population at MRI. *Radiology* 177 (1990), 463-465.
7. *Kujala, V.M., M. Kvist, K. Osterman:* Knee injuries in athletes. *Sports Med.* 3 (1986), 447-460.
8. *Kursunoglu Brahme, S., B. Schwaighofer, C. Gundry, C. Ho, D. Resnick:* Jogging causes acute changes in the knee joint: an MR study in normal volunteers. *AJR* 154 (1990), 1233-1235.
9. *Kyong, M. Lee:* Richtig Taekwondo BLV Sportpraxis 4. Auflage. BLV-Verlag München, 1995.
10. *Reinig, J.W., E.R. McDevitt, P.N. Ove:* Progression of meniscal degenerative changes in college football players Evaluation with MR imaging. *Radiology* 181 (1991), 255-257.
11. *Schweiger, K.A., O. Hellerer, N. Kommer, H.E. Köhnlein:* Sportfähigkeit nach arthroskopisch versorgter Ruptur des vorderen Kreuzbandes mittels Patellarsehnentransplantat. *Dtsch Z Sportmed* 7/8 (1995), 346-355.
12. *Shellock, F.G., J.H. Mink:* Knees of training long-distance runners: MRI before and after competition. *Radiology* 179 (1991) 635-637.
13. *Stoller, D.W., C. Martin, J.V. Crues, L. Kaplan, J.H. Mink:* Meniscal tears: Pathologic correlation with MR imaging. *Radiology* 163 (1987), 731-735.
14. *Wacker, F., H. König, D. Felsenberg, K.J. Wolf:* MRT der Kniegelenke jugendlicher Fußballspieler: Gibt es Frühveränderungen von Kniebinnenstrukturen durch Leistungssport? *RöFo* 160 (1994), 149-153.
15. *Wacker, F., H. König, S. Sell:* Kernspintomographie - Eine Möglichkeit nicht-invasiver Meniskus-Diagnostik. Teil 1 und 2. *Röntgenblätter* 42 (1989), 233-245.
16. *Yulish, B.S. et al.:* Chondromalacia patellae: assessment with MR imaging. *Radiology* 164 (1987), 763-768.

#### Anschrift für die Autoren

Dr.med. Michael Hering  
Radiologisches Zentralinstitut  
Hegau-Klinikum  
Virchowstraße 10  
D-78221 Singen/Hohentwiel