

Léčba osteochondrálních lézí hlezenního kloubu metodou implantace autologních chondrocytů

Management of Osteochondral Lesions of the Ankle Joint by Implantation of Autologous Chondrocytes

T. OTAŠEVIČ¹, P. VALIŠ¹, M. ROUCHAL¹, J. NOVÁK¹, M. REPKO¹, A. ŠPRLÁKOVÁ², M. KRBEC³

¹ Ortopedická klinika, Fakultní nemocnice Brno

² Radiologická klinika, Fakultní nemocnice Brno

³ Ortopedicko-traumatologická klinika, Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha

ABSTRACT

PUPOSE OF THE STUDY

The treatment of osteochondral lesions of weight-bearing joints remains a serious therapeutic challenge, largely due to the minimal ability of articular hyaline cartilage to regenerate. The authors present the long-term clinical and MRI results of treating deep chondral and osteochondral defects of the ankle joint by the method of implantation of autologous chondrocytes in the form of a solid chondrograft.

MATERIAL AND METHODS

The method of solid chondrograft implantation in the ankle joint was used in our Department from the year 2003. Between 2003 and 2013, this method was used in 31 patients, 16 men and 15 women. Their average age at the time of implantation was 29 years (16 to 50 years). The follow-up period ranged from 16 to 145 months (average, 57 months). The clinical outcome was evaluated using the Mazur questionnaire. At follow-up all patients underwent regular MRI examinations and the results were assessed on the basis of Magnetic Resonance Observation of Cartilage Repair Tissue (MOCART) scores. Twelve patients required a second-look arthroscopy.

RESULTS

A comparison of the Mazur pre-operative scores with those obtained at 1, 2 and 5 years post-operatively showed marked improvement of ankle joint function. The average pre-operative value of 30.0 (based on responses of 31 patients) increased to the average of 89.7 (based on results of 11 patients). At 1 year post-operatively, the average MOCART score for a group of 18 patients was 78.3; at 5 post-operative years, the average value for nine patients examined was 77.0. Complete filling of defects at 1 year of follow-up was found in 88.1% and , at 5 years, it was recorded in 83.3% of the patients examined.

DISCUSSION

The articular hyaline cartilage is a highly differentiated tissue and its ability of repair is very limited. Therefore every damage to the articular surface should be regarded as a pre-arthritis condition// disease. Currently, there are several options of treating a damaged articular cartilage, but none of them makes its complete healing certain. A lot of studies concerned with long-term results of implanting autologous chondrocytes in the knee are available in the literature, but only few authors present long-term clinical and radiographic outcomes of ankle joint treatment similar to ours.

CONCLUSIONS

Based on our clinical and MRI results, the method of autologous chondrocyte implantation can be recommended since it has good long-term results, provides repair of articular cartilage and allows for patients' return to activities of daily living.

Key words: chondral defect, hyaline cartilage, autologous chondrocyte, ankle joint.

ÚVOD

Osteochondrální léze (dále OCHL) hlezenního kloubu jsou stále častěji uváděny jako příčina bolestí v oblasti kotníku, což souvisí hlavně s rozvojem moderních zobrazovacích metod, především magnetické rezonance (dále MRI), a se zvyšujícím se počtem prováděných artroskopií (dále ASK) hlezna.

Mezi příčiny vzniku OCHL se řadí lokální avaskulární nekrózy, akutní trauma, chronické mikrotraumatizace,

systémové vaskulopatie, endokrinní a metabolické faktory, nesprávné postavení kloubních členů a genetická predispozice (22). Literatura uvádí vznik OCHL v širokém rozmezí 6,5–50 % akutních úrazů hlezna (7, 24).

Je všeobecně známo, že hyalinní kloubní chrupavka má jen minimální reparační a regenerační schopnosti a každé její poškození je úzce spojeno se zvýšeným rizikem rozvoje osteoartrózy. Z toho důvodu je potřeba

defekty kloubního povrchu považovat za vážný stav vyžadující léčbu.

Bolest, otoky a omezení hybnosti jsou nejčastějšími klinickými projevy poškození kloubní chrupavky. U mnoha, hlavně mladých pacientů však OCHL zůstávají po dlouhou dobu klinicky asymptomatické. Potíže pacientů se zhoršují hlavně při dlouhodobé zátěži kloubu – běhání, skákání, dlouhém stání. V některých případech bývají osteochondrální léze spojeny s nestabilitou kloubu (24). Nejčastěji se OCHL objevují v druhé dekádě života, klinické projevy se poté objevují nejvíce mezi 20. až 30. rokem (20).

V diagnostice OCHL je základní vyšetřovací metodou prostý rtg snímek hlezna ve dvou projekcích. Rentgenový nález však bývá negativní až v 50 % případů a nedokáže posoudit stav chrupavky. Nejlepší zobrazovací metodou nadále zůstává magnetická rezonance, která především v T2 váženém obraze dokáže s velkou senzitivitou zachytit změny chrupavky, stejně tak změny v subchondrální kosti a měkkých tkáních kloubu (27).

Základní klasifikaci osteochondrálních lézí talu vytvořili v roce 1959 Berndt a Hardy (22). Následně pak byly vytvořeny další klasifikace zohledňující i nález na CT (Loomer et al.), MRI (Taranow et al.) a artroskopické nálezy (Pritsch et al.). Na našem pracovišti používáme pro klasifikaci peroperačního nálezu Noyesovu-Stablerovu klasifikaci a dále léze rozdělujeme dle lokalizace na defekty mediálního nebo laterálního kompartmentu (21).

Současné terapeutické možnosti ošetření poškozené kloubní chrupavky hlezna zahrnují metody stimulující subchondrální kost – návrty, abraze, mikrofraktury spodiny, osteochondrální auto a aloštěpy, implantace autologních kultivovaných chondrocytů a nově umělé preparáty k obnově kloubní chrupavky (scaffoldy). Volba léčebného postupu závisí na věku a aktivitě pacienta, velikosti defektu a případných dalších kloubních patologiích (8, 9, 18, 20, 23, 26).

Hlavním cílem této práce je zhodnotit krátkodobé i dlouhodobé klinické výsledky léčby osteochondrálních lézí hlezenního kloubu s využitím autologních kultivovaných chondrocytů ve formě solidního chondrograftu, doplněné o zhodnocení nálezů na kontrolních magnetických rezonancích a nálezů při second look artroskopiích.

MATERIÁL A METODIKA

Problematickou léčby osteochondrálních lézí talu s využitím implantace solidního chondrograftu se zabýváme od roku 2003. V letech 2003–2013 bylo touto metodou ošetřeno 31 pacientů, z toho 16 mužů a 15 žen. Průměrný věk v době implantace činil 29 let (rozmezí 16–50 let). Ve 13 případech bylo poškození kloubní chrupavky zjištěno v důsledku akutního úrazu, nejčastěji distorze hlezna při sportu. 7 pacientů udalo úraz hlezna v minulosti a následné dlouhodobé bolesti. V 11 případech byla osteochondronekróza talu zjištěna bez souvislosti s úrazovým dějem. 7 pacientů již v minulosti prodělalo operaci hlezna – 2x mozaiková plastika, 2x fixace OCHD fragmentu, 1x Pridieho návrty, 1 odstranění diskátu, 1x diagnostická ASK.

Tab. 1: Noyesova-Stablerova klasifikace

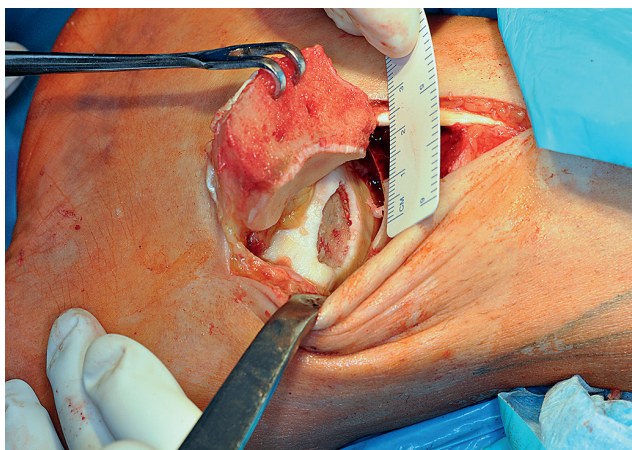
Stupeň poškození chrupavky	Popis
0	Normální chrupavka
1A	Mírné změknutí nebo změna barvy chrupavky
1B	Těžké změknutí nebo změna barvy chrupavky
2A	Částečný defekt < 50% vrstvy chrupavky
2B	Částečný defekt > 50% vrstvy chrupavky
3A	Defekt celé šíře chrupavky bez poškození subchondrální kosti
3B	Defekt celé šíře chrupavky a subchondrální kosti

Diagnostika poškozené kloubní chrupavky je prováděna pomocí rtg, MRI, počítačovou tomografií (dále CT) nebo přímo při artroskopii. CT vyšetření pro posouzení poškození kloubní chrupavky provádíme jen v některých indikacích, např. akutní úraz hlezna, nemožnost provedení MRI nebo posouzení lokalizace a rozsahu poškození subchondrální kosti. Během artroskopie operátor přesně zaznamená velikost, hloubku a lokalizaci defektu. Artroskopické nálezy osteochondrálních defektů kolenního kloubu klasifikujeme dle Noyese-Stablery (tab. 1).

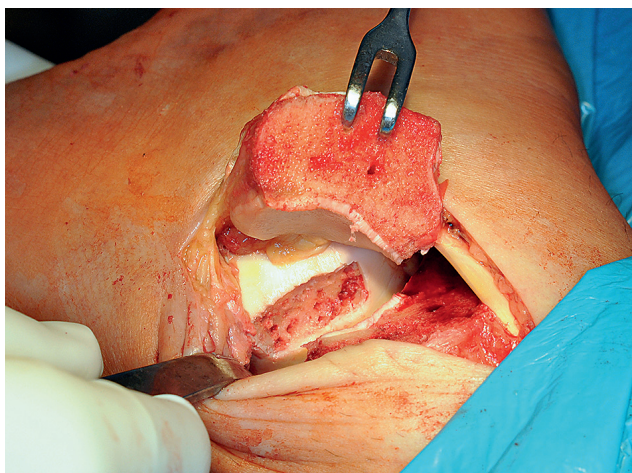
Po rozhodnutí o indikaci implantace chondrograftu je prováděn odběr chrupavky na kultivaci z nezářezové plochy kloubu – přední hrany distální tibie. Chrupavku je nutné odebrat v celé tloušťce, neboť bazální vrstvy mají největší reprodukční potenciál. Po odběru je nutné chrupavku neprodleně umístit do sterilního fyziologického roztoku obsahující antibiotikum (Gentamycin). Zároveň je nutné pacientovi odebrat 15 ml srážlivé krve do sterilní zkumavky pro virologické vyšetření. Odebraný štěp i krev je nutné uchovávat a transportovat při 5–15 °C do tkáňové banky k dalšímu zpracování. Transport a zpracování odebrané chrupavky musí proběhnout do 24 hodin po odběru. Kultivace chondrocytů trvá 3 až 4 týdny.

Na našem pracovišti jsme používali solidní chondrograft připravovaný v Tkáňové bance FN Brno, od roku 2012 pak preparát vyráběný v Národním centru tkání a buněk pod označením NTC Chondrograft. Oba preparáty si svým složením odpovídaly, jako trojrozměrný nosič bylo použito fibrinové lepidlo Tissucol. Aktivní substance obsahovala autologní chondrocyty v množství $1,5 (\pm 0,5) \times 10^6$ buněk v 1 cm^3 implantátu.

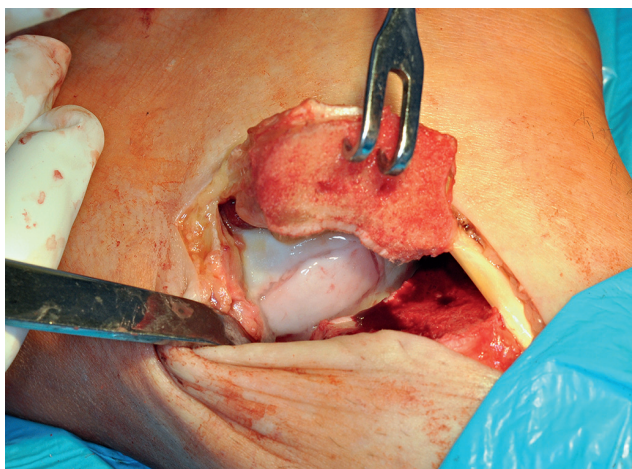
Vlastní implantace chondrograftu je prováděna ve svodné nebo celkové anestezii v turniketovém bezkreví otevřenou miniinvazivní metodou. Pro přístup k mediální porci kloubu je prováděna osteotomie mediálního maleolu s následnou osteosyntézou 2 maleolárními šrouby. Osteotomii fibuly provádíme pouze v případě, když defekt v laterální porci kloubu je příliš vzadu a není dosažitelný z předního přístupu. Po ověření defektu je z jeho okrajů a spodiny odstraněna nekrotická a poškozená chrupavka (obr. 1). Defekt se upraví na pravidelný geometrický tvar. V dalším kroku je provedeno okrvavení spodiny defektu na subchondrální kost (obr. 2). Důsledně se staví každé lokální krvácení. Pokud defekt zasahuje subchondrální kost, je nutné chybějící kost nahradit spongiózními nebo solidními autoštěpy. Solidní chon-



Obr. 1. Chondrální defekt mediální porce talu po odstranění poškozené chrupavky. Provedena osteotomie mediálního maleolu.



Obr. 2. Zarovnání defektu na pravidelný geometrický tvar a provedení návrtů subchondrální kosti.



Obr. 3. Solidní chondrograft implantován do místa defektu.

drograft je zarovnán na velikost a tvar defektu. Poté se pomocí tkáňového lepidla implantuje vlastní chondrograft. Lepidlo je aplikováno na spodinu defektu a po okrajích chondrograftu (obr. 3). Po zaschnutí lepidla následuje

Tab. 2: Mazurova bodovací škála

MAZUROVA BODOVACÍ ŠKÁLA	
Parametr	Počet bodů
Bolest	0 – 50
Kulhání	0 – 6
Vzdálenost	0 – 6
Chůze do kopce	0 – 3
Chůze z kopce	0 – 3
Schody nahoru	0 – 3
Schody dolů	0 – 3
Stoj na špičkách	0 – 5
Opora při chůzi	0 – 6
Běh	0 – 5
Dorziflexe	0 – 5
Plantiflexe	0 – 5
Celkem	0 – 100

Tab. 3: Mazurovo skóre

Výborný	80 – 100
Dobry	70 – 79
Uspokojivý	60 – 69
Špatný	<60

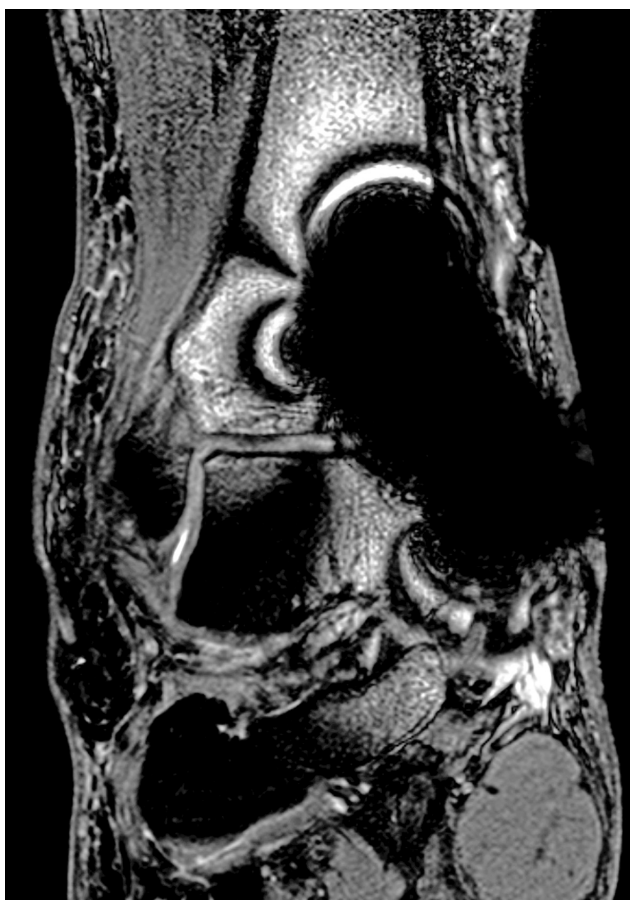
Tab. 4: MOCART skóre

MOCART SKÓRE	
Parametr	Počet bodů
Stupeň vyplnění defektu	0 – 20
Integrace s okolní chrupavkou	0 – 15
Povrch vytvořené tkáně	0 – 10
Struktura vytvořené tkáně	0 – 5
Intenzita signálu vytvořené tkáně	0 – 30
Postižení subchondrální laminy	0 – 5
Postižení subchondrální kosti	0 – 5
Přítomnost adhezí	0 – 5
Výpotek	0 – 5
Celkem	100

sutura kloubního pouzdra, osteosyntéza maleolu, která byla provedena u 28 pacientů, drenáž kloubu a sutura operační rány po vrstvách.

Pooperační režim zahrnuje imobilizaci hlezna v sádrové dlaze po dobu 4–6 týdnů, poté pacienti začínají rehabilitovat k obnovení pohybu, plná zátěž je povolena po 10–12 týdnech.

K vyhodnocení klinických výsledků operace bylo použito Mazurovo skóre (tab. 2 a 3). Dotazníky pacienti vyplňovali před zákrokem, dále pak jeden, dva a pět let po operaci. Ve stejném časovém odstupu bylo prováděno vyšetření magnetickou rezonancí (tab. 4). Výsledky magnetické resonance byly hodnoceny pomocí modifikovaného MOCART skóre (15). Provedení MRI je vhodné až po odstranění osteosyntetického materiálu, v opačném případě je vyšetření znehodnoceno artefakty z maleolárních šroubů (obr. 4, 5).



Obr. 4. Ukázka MRI artefaktů z maleolárních šroubů znehodnocující vyšetření chrupavky, 1 rok po implantaci.



Obr. 5. MRI nález 3 měsíce po odstranění OS materiálu, 18 měsíců po implantaci.

VÝSLEDKY

Průměrná doba sledování pacientů po implantaci solidního chondrograftu činí 57 měsíců, v rozmezí 16–145 měsíců.

U 26 pacientů byla léze lokalizována v mediální porci kloubu, u 5 laterálně. Střední velikost defektu činila: délka 16 mm (8–22 mm) x šířka 10 mm (8–20 mm). Ve 13 případech poškození subchondrální kosti vyžadovalo provedení spongioplastiky.

Osteotomii vnitřního kotníku jsme provedli u všech 26 pacientů a u 2 pacientů osteotomii zevního kotníku. Z 28 pacientů s OS materiálem podstoupilo jeho odstranění 14.

Průměrné předoperační Mazurovo skóre u 31 operovaných pacientů činilo 30,0 bodů. V jednom roce po operaci došlo k výraznému zlepšení skóre na průměrných 79,1 bodů, po dvou letech k dalšímu nárůstu na 85,3 bodů. V rozmezí 5 – 9 let od operace poté průměrné skóre dosahovalo 89,7 bodů (tab. 5).

Magnetickou rezonanci 1 rok po implantaci podstoupilo 24 pacientů, u 6 pacientů MRI nález nebyl hodnotitelný z důvodů artefaktů z maleolárních šroubů.

Průměrné MOCART skóre 1 rok od implantace činilo 78,3 bodů. MRI vyšetření s odstupem 5 a více let od implantace (5–9 let) bylo provedeno u 9 pacientů s průměrným skóre 77,0 bodů (tab. 6).

Tab. 5: Klinické výsledky léčby

Hlezo	Před operací	1 rok po operaci	2 roky po operaci	5 let od operace
Počet pacientů	N=31	N=30	N=28	N=11
Průměr	30,0	79,1	84,3	88,9
Medián (min; max)	42(26;58)	83(61;99)	85(64;99)	91(63;100)

Tab. 6: Výsledky MRI vyšetření - MOCART skóre

MRI vyšetření	1 rok	5–9 let
Počet pacientů	18	9
Průměrné MOCART skóre	78,3	77,0
Medián (min; max)	75,0(60;90)	75,0(60;90)

Tab. 7: Hlavní parametry hodnocené při MRI vyšetření

Parametr	1 rok	5–9 let
Kompletní vyplnění defektu	88,9%	83,3%
Kompletní integrace s okolní chrupavkou	16,7%	88,9%
Intaktní subchondrální lamina	100%	100%
Přítomnost edému, granulační tkáň, cyst nebo sklerózy subchondrální kosti	100%	88,9%
Přítomnost adhezí	0%	11,1%
Výpotek	27,8%%	0%

Hlavní parametry, které jsme hodnotili na MRI, jsou stupeň vyplnění defektu a stupeň integrace tkáně s okolní chrupavkou. Kompletní vyplnění bylo nalezeno u 88,9 % pacientů 1 rok po implantaci a 83,3 % pacientů s odstupem 5 a více let. Kompletní integrace tkáně v defektu s okolní chrupavkou byla u 16,7 % nálezu po roce a 88,9 % po 5 letech. Jako zajímavá se jeví reakce subchondrální kosti ve formě přítomnosti edému, granulační tkáně, cyst nebo sklerózy, která byla přítomna u všech vyšetřovaných po 1 roce od implantace a u 88,9 % po 5 letech (tab. 7).

Celkem 12 pacientů podstoupilo second look artroskopii. Průměrná doba jejího provedení činila 15 měsíců od implantace (v rozmezí 7–62 měsíců). U 10 pacientů bylo místo defektu kompletně vyplněno chrupavčitou tkání, souvislého, hladké povrchu a stejné barvy a konzistence jako okolní tkáň. U 2 pacientů byl defekt kompletně vyplněn, ale s povrchovým rozvlákněním a změkčením chrupavčité tkáně. V 7 případech bylo nutné provedení shavingu intraartikulárních srůstů.

DISKUSE

V literatuře je možné nalézt velké množství článků zabývajících se léčbou poškozené chrupavky hlezenního kloubu s využitím různých terapeutických postupů a také s velkou variabilitou výsledků léčby (28). Srovnání výsledků léčby je navíc komplikováno používáním velkého množství skórovacích systémů (4). Cílem všech léčebných postupů je zmírnění potíží jako bolest, otok a zlepšení funkce kloubu.

Přesná patogeneze vzniku osteochondrálních lézí není stále zcela vysvětlena a mnohdy se nám nepodaří ani zjistit přesnou etiologii. Pojmem osteochondritis dissecans, běžně užívaným v klinické praxi i literatuře, se obecně označuje poškození kloubní chrupavky nezávisle na příčině. Může však evokovat dojem zánětlivé etiologie patologického procesu, u většiny pacientů se však jedná o úrazovou etiologii. Proto se nám jako lepší jeví označovat tyto léze pojmem osteochondronekróza, která má i adekvátní název v MRI obraze. Kromě poškození kloubní chrupavky je při MRI vyšetření určité postižení subchondrální kosti, např. ve formě edému, nacházeno téměř pravidelně. Stejného názoru jsou i jiní autoři (27).

Muir et al. uvádějí, že 83% defektů lokalizovaných v mediální porci kloubu a 80% defektů v laterální porci vyžaduje provedení osteotomie kotníku s následnou osteosyntézou pro lepší přístup do kloubu (17). V našem souboru pacientů jsme provedli osteotomii vnitřního kotníku u všech 26 pacientů (100 %) a u 2 pacientů osteotomii zevního kotníku (20 %). Dosažené výsledky u pacientů po osteotomii fibuly se nelišily od pacientů bez osteotomie.

Pacienti s osteochondrální lézí s provedením spongioplastiky měli delší dobu ponechání sádrou fixací (6 týdnů) a plná zátěž byla povolena nejdříve po 12 týdnech. Klinické výsledky u této skupiny pacientů se nelišily od pacientů po ošetření chondrálních lézí.

Jen velmi zřídka jsou v literatuře uváděny případy poškození chrupavky distální tibie (16, 25). My jsme se s tímto typem léze nesetkali.

Léčba poškozené kloubní chrupavky hlezna s využitím autologních kultivovaných chondrocytů dnes již patří mezi běžně používanou léčebnou modalitu. V literatuře je uváděna úspěšnost léčby, v závislosti na použité skórovací škále, až 92%. Při hodnocení klinických výsledků v našem souboru pacientů jsme použili Mazurovu bodovací škálu, s výborným výsledkem až 88,9 % pacientů, což je srovnatelné s jinými autory (2, 4, 6, 7, 11, 19, 20). Je však jen málo prací zabývajících se dlouhodobými výsledky léčby s odstupem pěti a více let (1).

Mezi jiné možnosti ošetření OCHL patří metody stimulační kostní dřev (návrty, mikrofraktury subchondrální kosti), s v literatuře uváděnou úspěšností léčby v rozmezí 46–100 % (28). Dle našich zkušeností jsou vhodné pro ošetření menších lézí, především u mladých pacientů do 20 let. Transplantace osteochondrálních autoštěpů je další léčebnou variantou, úspěšnost léčby je udávána mezi 74–100 %. Nevýhodou je nutnost odběru osteochondrálních bločků z ipsilaterálního kolene, co je zatíženo následnou morbiditou až u 37 % pacientů (28).

Ke zhodnocení kontrolních MRI vyšetření jsme použili skórovací systém MOCART (Magnetic Resonance Observation of Cartilage Repair Tissue), který zavedli do praxe Marlovits et al. v roce 2004 (15). V důsledku anatomického uspořádání hlezenního kloubu (kloubní chrupavka je 3x tenčí než chrupavka v kolenní, kongruentní kloubní povrch tibiotalárního kloubu s minimální separací kloubních povrchů) je hodnocení MRI nálezu na hlezenním kloubu obtížnější než u kloubu kolenního (12). 6 pacientů podstoupilo MRI vyšetření před extrakcí osteosyntetického materiálu, v těchto případech však MRI obrazy byly zcela nehodnotitelné. Proto kontrolní vyšetření MRI podstupují pacienti až po vytažení maleolárních šroubů. Průměrné hodnoty MOCART skóre v našem souboru pacientů jsou srovnatelné s výsledky jiných autorů (2, 14). Stejně tak kompletní vyplnění defektu až u 88,9 % pacientů a postupná integrace s okolní chrupavkou odpovídají jiným pracím (13). Reakce subchondrální kosti ve formě přítomnosti edému, granulační tkáně, cyst nebo subchondrální sklerózy u téměř všech vyšetřených pacientů nepovažujeme za významné v komplexním hodnocení integrace implantátu, protože podle MOCART skóre, které jsme použili, bylo hodnocení subchondrálních změn jen jako jedno z mnoha kritérií, v celkovém hodnocení zastoupené pouze 5 %. Pro zjednodušení hodnocení nebyla použita žádná kvantifikace rozsahu těchto subchondrálních změn, hodnotilo se pouze, zda jsou nebo nejsou přítomny a jejich přítomnost i s odstupem pěti a více let od implantace znamená, že nedochází k jejich regresi. Z hlediska hojení defektu si nemyslíme, že přetrvávání těchto změn by mělo být prognosticky negativním znakem. V MRI obraze známky edému mohou být dány i přirozenou reaktivní reakcí při hojení.

Kyung et al. ve své práci uvádějí, že u 75 % peroperačních nálezu při second look artroskopii se jednalo o normální nebo téměř normální chrupavčitou tkáň (10). V našem souboru pacientů jsme u 83 % (10/12) pacientů našli peroperačně chrupavčitou tkáň normálního nebo téměř normálního vzhledu jako okolní chrupavka.

Podobné nálezy uvádí i další autoři (3, 5). U 7 pacientů byl v době sekund look artroskopie proveden shaving intraartikulárních srůstů. K operaci byli pacienti nejčastěji indikováni mezi 12–24 měsíci od primární implantace. Hlavní stížností u této skupiny pacientů bylo omezení hybnosti a bolest a v této skupině bylo také nižší Mazurovo skóre (68,4 bodů v 1 roce od implantace). Po provedení shavingu pak došlo ke zlepšení rozsahu pohybu i zmírnění obtíží a zvýšení Mazurova skóre (82,9 bodů ve 2 letech od implantace).

ZÁVĚR

Na základě našich zkušeností, klinických výsledků a výsledků MRI považujeme použití autologních kultivovaných chondrocytů za jednu z vhodných léčebných modalit pro ošetření chondrálních a osteochondrálních lézí hlezenního kloubu. Za nevýhodu této metody považujeme především nutnost provedení dvou, v případě odstranění maleolárních šroubů i tří operačních zákroků a s tím spojenou dlouhou dobu nemocnosti.

Literatura

- ANDERS, S., GOETZ, J., SCHUBERT, T., GRIFKA, J., SCHAUMBURGER, J.: Treatment of deep articular talus lesions by matrix associated autologous chondrocyte implantation – results at five years. *Int. Orthop.*, 36: 2279–2285, 2012.
- AURICH, M., BEDI, H. S., SMITH, P. J., ROLAUFFS, B., MÜCKLEY, T., CLAYTON, M., BLACKNEY, M.: Arthroscopic Treatment of Osteochondral Lesions of the Ankle With Matrix-Associated Chondrocyte Implantation: Early Clinical and Magnetic Resonance Imaging Results. *Am. J. Sports Med.*, 39: 311, 2011.
- BENTLEY, G., BIANI, L. C., VIJAYAN, S., MACMULL, S., SKINNER, J. A., CARRINGTON, R. W.: Minimum ten-year results of a prospective randomised study of autologous chondrocyte implantation versus mosaicplasty for symptomatic articular cartilage lesions of the knee. *J. Bone Jt Surg.*, 94-B: 504–509, 2012.
- BISICCHIA, S., ROSSO, F., AMENDOLA, A.: Osteochondral allograft of the talus. *Iowa Orthop. J.*, 34: 30–37, 2014.
- COLE, B. J., DEBERARDINO, T., BREWSTER, R., FARR, J., LEVINE, D. W., NISSEN, C., ROAF, P., ZASLAV, K.: Outcomes of autologous chondrocyte implantation in study of the treatment of articular repair (STAR) patients with osteochondritis dissecans. *Am. J. Sports Med.*, 40: 2015–2022, 2012.
- DIXON, S., HARVEY, L., BADDOUR, E., JANES, G., HARDISTY, G.: Functional Outcome of Matrix-Associated Autologous Chondrocyte Implantation in the Ankle. *Foot Ankle Int.*, 32: 368–374, 2011.
- GIZA, E., SULLIVAN, M., OCEL, D., LUNDEEN, G., MITCHELL, M. E., VERIS, L., WALTON, J.: Matrix-induced autologous chondrocyte implantation of talus articular defects. *Foot Ankle Int.*, 31: 747–753, 2010.
- HANDL, M., TRČ, T., HANUŠ, M., ŠTASTNÝ, E., FRICOVÁ-POULOVÁ, M., NEUWIRTH, J., ADLER, J., HAVRÁNKOVÁ, D., VARGA, F.: Transplantace kultivovaných autologních chondrocytů hlezenního kloubu. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 74: 29–36, 2007.
- KOMÁREK, J., VALÍŠ, P., REPKO, M., CHALOUPKA, R., KRBEC, M.: Léčba osteochondrálních defektů kolenního kloubu metodou implantace solidního chondrograftu-dlouhodobé výsledky. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 77: 291–295, 2010.
- KWAK, S. K., KERN, B. S., FERKEL, R. D., CHAN, K. W., KASRAEIAN, S., APPELGATE G. R.: Autologous Chondrocyte Implantation of the Ankle: 2- to 10-Year Results. *Am. J. Sports Med.*, 42: 2156–2164, 2012.
- KYUNG, T. L., JIN, S. K., KI, W. Y., YOUNG, K. L., YOUNG, U. P., YONG, H. K., HUN, K. CH.: The use of fibrin matrix-mixed gel-type autologous chondrocyte implantation in the treatment for osteochondral lesions of the talus. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthroscopy*, 21: 1251–1260, 2013.
- LEE, K. T., CHOI, Y. S., LEE, Y. K., KIM, J. S., YOUNG, K. W., KIM, J. H.: Comparison of MRI and arthroscopy after autologous chondrocyte implantation in patients with osteochondral lesion of the talus. *Orthopedics*, 33(8): 2010.
- LEE, K. T., CHOI, Y. S., LEE, Y. K., CHA, S. D., KOO, H. M.: Comparison of MRI and arthroscopy in modified mocrart scoring system after autologous chondrocyte implantation for osteochondral lesion of the talus. *Orthopedics*, 34(8): 2011.
- LEE, K. T., KIM, J. S., YOUNG, K. W., LEE, Y. K., PARK, Y. U., KIM, Y. H., CHO, H. K.: The use of fibrin matrix-mixed gel-type autologous chondrocyte implantation in the treatment for osteochondral lesions of the talus. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthroscopy*, 21: 1251–1260, 2013.
- MARLOVITS, S., STRIESSNIG, G., RESINGER, C. T., et al: Definition of pertinent parameters for the evaluation of articular cartilage repair tissue with high-resolution magnetic resonance imaging. *Eur. J. Radiol.*, 52(3): 310–319, 2004.
- MOLOGNE, T. S., FERKEL, R. D.: Arthroscopic treatment of osteochondral lesions of the distal tibia. *Foot Ankle Int.*, 28: 865–872, 2007.
- MUIR, D., SALTZMAN, C. L., TOCHIGI, Y., AMENDOLA, N.: Talar dome access for osteochondral lesions. *Am. J. Sports Med.*, 34: 1457–1463, 2006.
- MURAWSKI, CH. D., KENNEDY, J. G.: Operative Treatment of Osteochondral Lesions of the Talus. *J. Bone Jt Surg.*, 95: 1045–1054, 2013.
- NANN, E. K., FERKEL, R. D., APPELGATE, G. R.: Autologous chondrocyte implantation of the ankle: a 2- to 5-year follow-up. *Am. J. Sports Med.*, 37: 274–282, 2009.
- NIEMEYER, P., SALZMANN, G., SCHMAL, H., MAYR, H., SÜDKAMP, N. P.: Autologous chondrocyte implantation for the treatment of chondral and osteochondral defects of the talus: a meta-analysis of available evidence. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthroscopy*, 20: 1696–1703, 2012.
- NOYES, F. R., SLER, C. L.: A system for grading articular cartilage lesions at arthroscopy. *Am. J. Sports Med.*, 17: 505–513, 1989.
- O'LOUGHLIN, P., HEYWORTH, B., KENNEDY, J.: Current concepts in the diagnosis and treatment of osteochondral lesions of the ankle. *Am. J. Sports Med.*, 38: 392, 2010.
- PODŠKUBKA, A., POVÝŠIL, C., KUBEŠ, R., ŠPRINDRICH, J., SEDLÁČEK, R.: Ošetření hlubokých defektů chrupavky kolena transplantací autologních chondrocytů fixovaných na nosiči z esteru kyseliny hyaluronové (Hyalograft C). *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 73: 251–263, 2006.
- SAXENA, A., EAKIN, C.: Articular talar injuries in athletes: results of microfractures and autogenous bone graft. *Am. J. Sports Med.*, 35: 1680–1687, 2007.
- UEBLACKER, P., BURKART, A., IMHOFF, A. B.: Retrograde cartilage transplantation on the proximal and distal tibia. *Arthroscopy*, 20: 73–78, 2004.
- VALÍŠ, P., KOMÁREK, J.: Aseptická nekróza hlavičky humeru (Morbus Panner) řešena implantací solidního chondrograftu. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 78: 373–376, 2011.
- ZANON, G., DI VICO, G., MARULLO, M.: Osteochondritis dissecans of the talus. *Joints*, 2: 115–123, 2014.
- ZENGERINK, M., STRUIJS, P. A. A., TOL, J. L., NIEK VAN DIJK, C.: Treatment of osteochondral lesions of the talus: a systematic review. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthroscopy*, 18: 238–246, 2010.

Korespondující autor:

MUDr. Tomáš Otaševič

Ortopedická klinika FN Brno

Jihlavská 20

625 00 Brno

E-mail: tomas.otasevic@fnbrno.cz