

Chondrektomia – przegląd narzędzi chirurgicznych i ich skuteczność

Chondrectomy – Review of Surgical Instrumentation and its Effectiveness

Mariusz Puszkarz^(A,B,C,D,E,F), Bogusław Sadlik^(A,D,E), Andrzej Solecki^(D,E)

Klinika św. Łukasza, Bielsko-Biała, Polska
St. Luke's Hospital, Bielsko-Biała, Poland

STRESZCZENIE

Wstęp. Zestawienie używanych do chondrektomii w obrębie kolana narzędzi chirurgicznych i ocena ich skuteczności – przegląd literatury. Chondrektomia, czyli procedura chirurgicznego usunięcia chrząstki stawowej, jest stosowana przez ortopedów od lat 50-tych XX wieku. W początkowym okresie była wykonywana techniką otwartą, później głównie w trakcie artroskopii. Celem jest utworzenie równych i stabilnych brzegów chrzęstnych prostopadłych do powierzchni stawowej oraz odpowiednio przygotowanego dna ubytku dla optymalnej integracji regeneratu chrzęstnego.

Materiał i metody. W celu zestawienia narzędzi używanych do chondrektomii w obrębie kolana przeanalizowano anglojęzyczne czasopisma ortopedyczne z lat 2010-2013, dla których IF 2013 wynosił co najmniej 2,0. Dokonano także analizy prac opisujących skuteczność i precyzję chondrektomii w obrębie stawu kolanowego zależnie od użytego narzędzia.

Wyniki. Na podstawie zestawionych artykułów, najczęściej używanym narzędziem do opracowania ubytków chrzęstnych jest otwarta łyżeczka kostna (67% operacji), następnie skalpel (35% operacji) oraz shaver (21% operacji). W technice otwartej najczęściej używano otwartej łyżeczki kostnej (78% operacji), często z dodatkowym użyciem scalpela (49% operacji).

Wnioski. 1. Najczęściej używanymi narzędziami do chondrektomii w technice otwartej są otwarta łyżeczka kostna oraz scalpel. 2. Kombinacja ta zapewnia najwyższą spośród zestawionych narzędzi i wymaganą kryteriami Steadmana precyzję opracowania brzegów i dna ubytku chrzęstnego. 3. W technice artroskopowej najczęściej używane zestawienie to shaver i otwarta łyżeczka kostna. 4. Żadne z używanych narzędzi i ich kombinacji w technice artroskopowej nie zapewnia opracowania ubytku zgodnie z zaleceniami Steadmana.

Słowa kluczowe: chondrektomia, chondrektom, chrząstka, kolano, narzędzia

SUMMARY

Background. To present surgical instrumentation used in knee chondrectomy and evaluate its effectiveness – a review of the literature. Surgical removal of joint cartilage, or chondrectomy, has been performed by orthopedists since the 1950s. Initially carried out as an open surgery, it has generally come to be performed arthroscopically. Its aim is to create even and stable cartilaginous edges perpendicular to the joint surface and a suitably prepared bottom of the defect for optimum integration of the cartilaginous regenerate.

Material and methods. In order to present surgical instrumentation used in knee chondrectomy, English-language journals from the years 2010-2013 with an Impact Factor (2013) of at least 2.0 were analyzed. Papers concerning effectiveness and precision of knee chondrectomy according to the instrument used were also analyzed.

Results. According to the articles the most popular instruments used to debride chondral defects are open bone curettes (67% of the surgeries), scalpels (35%) and shavers (21%). Open bone curettes were used most frequently in open surgeries (78%), often along with scalpels (49% of the surgeries). In arthroscopic procedures, the most common instruments were shavers (50% of the surgeries) and open bone curettes (49%).

Conclusions. 1. In open chondrectomies, the most frequently used instruments are open bone curettes and scalpels. 2. Of all instrumentation presented in this review, this combination ensures the highest precision, as required by Steadman's criteria, of debriding the edges and bottom of a chondral defect. 3. In arthroscopic procedure, a shaver and an open bone curette is the most frequently used combination. 4. None of the instruments and their combinations used in arthroscopic procedure ensures debridement of the defect in compliance with Steadman's recommendations.

Key words: chondrectomy, chondrectome, cartilage, knee, instrumentation

WSTĘP

Chondrektomia, czyli procedura chirurgicznego usunięcia chrząstki stawowej, jest stosowana przez ortopedów od lat 50-tych XX wieku. W początkowym okresie była wykonywana techniką otwartą. W latach późniejszych, wraz z nastaniem artroskopii, stała się jedną z najważniejszych procedur przeprowadzanych w jej trakcie. Obecnie chondrektomia wykonywana jest jako pierwszy etap większości procedur chirurgicznych mających na celu rekonstrukcję uszkodzonej chrząstki. Celem jest utworzenie równych i stabilnych brzegów chrzęstnych prostopadłych do powierzchni stawowej oraz odpowiednio przygotowanego dna ubytku dla optymalnej integracji regeneratu chrzęstnego.

Pierwsze wzmianki o chondrektomii pojawiły się w pracy Magnusona z 1946 roku, w której opisywał otwartą procedurę usunięcia uszkodzonych niestabilnych fragmentów chrzęstnych, celem zmniejszenia odczynu zapalnego i dolegliwości bólowych kolań [1]. Od tego czasu technikę doskonalono. Wytyczne dotyczące chondrektomii zostały opisane przez Steadmana JR w latach 90 i są aktualne do dzisiaj [2]. Steadman postuluje trzy zasady dotyczące opracowania chrząstki. Pierwsza wskazuje, że należy usunąć całą uszkodzoną chrząstkę, pozostawiając tylko jej zdrową część. Druga, że ściany ubytku chrzęstnego muszą być prostopadłe do powierzchni kości podchrzęstnej. Natomiast trzecia mówi o wymogu usunięcia całej zwapniałej warstwy chrzęstnej, bez uszkodzenia warstwy podchrzęstnej [3]. W pracy Rudd et al. zbadano w jaki sposób ewoluje uszkodzenie chrzęstne zależnie od nadanego brzegom kształtu [4]. Autorzy wytworzyli dwa rodzaje ubytków w chrzęstce stawowej psa o średnicy 8 mm, które różniły się uformowaniem brzegów. Po 16 tygodniach oceniali ewolucję wielkości uszkodzenia chrzęstnego. W przypadku, gdy ubytek otaczał pionowo odcięty brzeg, rozmiar uszkodzenia pozostawał niezmieniony. Jeżeli zaś brzeg chrząstki utworzony był pod kątem ok. 45° do powierzchni stawowej średnica ubytku powiększała się średnio do 11 mm. Dodatkowo warto podkreślić, że warstwa zewnętrzna zwana „skórą chrząstki” zapewnia odporność na ścieranie, a jej brak znacznie przyspiesza degenerację warstw głębszych [5]. W badaniach Frisbie et al. udowodniono, że usunięcie warstwy zwapniałej chrząstki zwiększa objętość regenerowanej tkanki oraz siłę jej zespolenia z blaszką podchrzęstną [6]. Podsumowując, idealne narzędzie do opracowania ubytku chrzęstnego (chondrektom) musi pozwalać na prostopadłe, w stosunku do dna ubytku, odcięcie uszkodzonej chrząstki. Ponadto, powinno umożliwiać szybkie i skuteczne usunięcie zwapniałej war-

BACKGROUND

Chondrectomy, that is the surgical removal of joint cartilage, has been performed by orthopedists since the 1950s. Initially it was carried out as an open surgery. Later, when arthroscopy emerged, it became one of the most important procedures performed arthroscopically. Nowadays chondrectomy is performed as the first stage in most surgical procedures aiming at reconstruction of damaged cartilage. Its aim is to create even and stable cartilaginous edges perpendicular to the joint surface and a suitably prepared bottom of the defect for optimum integration of the cartilaginous regenerate.

Chondrectomy was first mentioned by Magnuson in his paper from 1946 where he described an open procedure of removal of damaged unstable cartilaginous fragments in order to reduce inflammatory response and knee pain [1]. Since then the technique has been continually improved. In 1990s Steadman JR presented guidelines on chondrectomy which are still valid today [2]. Steadman proposes three principles of cartilage debridement. The first principle assumes that all of the damaged cartilage should be removed and only the healthy portion should be left intact. According to the second principles, the walls of the chondral defect must be perpendicular to the subchondral bone surface. The third principle is the requirement of removing the entire calcified chondral layer without damaging the subchondral layer [3].

Rudd et al. studied the evolution of cartilaginous lesions of different shape of the debrided edges [4]. The authors produced two kinds of 8 mm defects in canine joint cartilage that differed in the shape of the edges. After 16 weeks they evaluated the change in size of the cartilaginous lesions. They found that where the defect was surrounded by a vertically cut edge, the size of the lesion remained the same. However, if the edge of the cartilage was cut at approximately 45° to the articular surface, the diameter of the defect increased to 11 mm on average. It should be underlined that the outer layer called „cartilage skin” ensures resistance to wear and its absence considerably precipitates degeneration of deeper-lying layers [5]. Frisbie et al. demonstrated that removal of the calcified cartilage increases the volume of the regenerating tissue and the strength of its fixation to the subchondral plate [6]. In conclusion, an ideal instrument to debride a cartilaginous defect (chondrectome) must allow detachment of the damaged cartilage perpendicular to the bottom of the defect. Additionally, it should allow for removing the calcified layer of the cartilaginous tissue quickly and effectively, without damaging the subchondral bone.

stwy tkanki chrzęstnej bez uszkadzania kości podchrzęstnej.

MATERIAŁ I METODY

Zebrano i przeanalizowano piśmiennictwo dotyczące chirurgicznego leczenia chrząstki stawowej w obrębie kolana, opublikowane w angielskojęzycznych periodykach specjalistycznych w latach 2010–2013, których IF (Impact Factor) z roku 2013 wynosił co najmniej 2,0. Powyższe kryteria spełniły następujące tytuły: „American Journal of Sport Medicine”, „British Journal of Joint and Bone Surgery”, „American Journal of Joint and Bone Surgery”, „Arthroscopy: The Journal of Arthroscopy and Related Surgery”, „Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy”, „Osteoarthritis and Cartilage”, „Journal of Orthopaedic Research”, „Clinic Orthopaedic and Related Research”, „Acta Orthopaedica”, „The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons”, „International Orthopaedics”, „The Knee”. Z uwagi na różnorodność terminologii opisującej procedurę chondrektomii, niezbędne było na wstępie zidentyfikowanie wszystkich określeń stosowanych w literaturze, które opisują usunięcie patologicznej chrząstki stawowej takich jak: chondrectomy, chondroplasty, excision cartilage, cartilage resection, cartilage remove, debride cartilage, chondral lesion excision, chondral debridement, chondral lesion debride, chondral lesion remove, curettage, remove chondral defect, remove abnormal cartilage. Dodatkowo, celem zawężenia wyszukiwania do procedur obejmujących chrząstkę stawu kolanowego, użyto słów – knee, cartilage, chondral lesion, mikrofracture, ACI (autologous chondrocyte implantation), AMIC (autologous matrix induced chondrogenesis), MACI (matrix-induced autologous chondrocyte implantation) [7]. Kryteria spełniało 659 artykułów. Następnie przeanalizowano wyszukane artykuły pod kątem zawartości oraz opisu techniki operacyjnej. Uwzględniono tylko prace z opisaną techniką opracowania brzegów ubytku chrzęstnego kolana wraz z określeniem stosowanych narzędzi. Wyłoniono 28 tytułów (Tab. 1). Pomimo dużej liczby prac poruszających temat leczenia chrząstki stawowej, większość autorów nie przedstawiała używanej techniki opracowania ubytku chrzęstnego, często jednak pisząc o wymogu uzyskania stabilnych, prostopadłych do powierzchni kostnej brzegów powołując się na prace Steadmana (Ryc. 1a).

WYNIKI

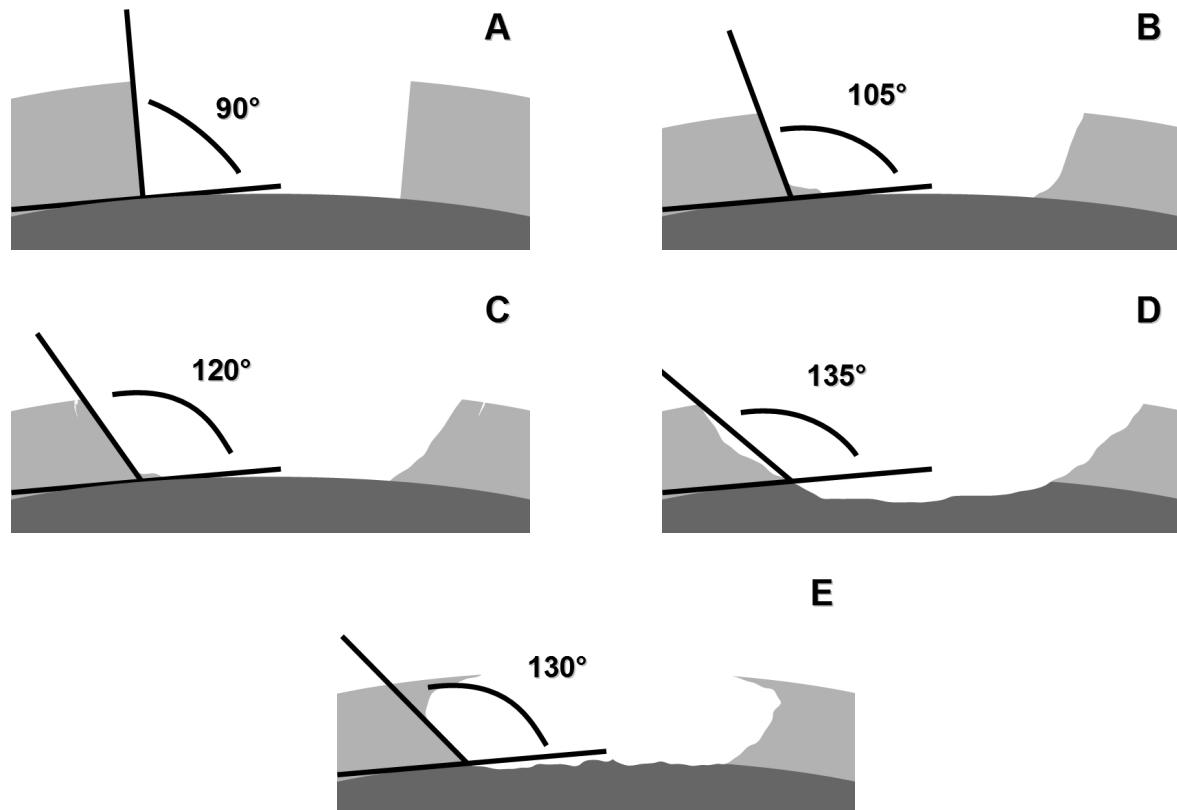
W zestawionych publikacjach najczęściej używana była otwarta łyżeczka kostna (Tab. 2, Tab. 3). Sto-

MATERIAL AND METHODS

Papers concerning surgical treatment of knee joint cartilage published in the years 2010–2013 in English-language specialist journals with an Impact Factor (2013) of at least 2.0 were gathered and analyzed. The following titles met the abovementioned criteria: “American Journal of Sport Medicine”, “British Journal of Joint and Bone Surgery”, “American Journal of Joint and Bone Surgery”, “Arthroscopy: The Journal of Arthroscopy and Related Surgery”, “Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy”, “Osteoarthritis and Cartilage”, “Journal of Orthopaedic Research”, “Clinic Orthopaedic and Related Research”, “Acta Orthopaedica”, “The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons”, “International Orthopaedics”, and “The Knee”. Due to the diversity of terminology describing chondrectomy it was essential to begin by determining all terms used in the literature to describe the removal of pathologic joint cartilage, such as: chondrectomy, chondroplasty, excision cartilage, cartilage resection, cartilage remove, debride cartilage, chondral lesion excision, chondral debridement, chondral lesion debride, chondral lesion remove, curettage, remove chondral defect, or remove abnormal cartilage. Additionally, in order to narrow the search to knee joint cartilage surgeries, the following words were used as search terms: knee, cartilage, chondral lesion, microfracture, ACI (autologous chondrocyte implantation), AMIC (autologous matrix induced chondrogenesis), and MACI (matrix-induced autologous chondrocyte implantation) [7]. These criteria were met by 659 articles, which were subsequently analyzed with regard to the content and description of surgical techniques. Only the papers describing the technique of debridement of knee cartilage defect edges and listing the instrumentation used were taken into account. Thus, 28 titles were selected (see Table 1). Despite finding a considerable number of papers concerning treatment of joint cartilage, most authors did not describe the technique of debridement of the chondral lesion; however, they often referred to Steadman, mentioned the requirement of obtaining stable edges perpendicular to the bony surface (Fig. 1a).

RESULTS

Open bone curettes were the most popular instruments used in the papers analyzed (see Table 2



Ryc. 1. Schematyczna ilustracja jakości opracowania ubytku chrzestnego: (A) wg. kryteriów Steadmana, oraz z użyciem (B) otwartej łyżeczki kostnej w technice otwartej, (C) łyżeczki kostnej w technice artroskopowej, (D) shavera, (E) diatermii artroskopowej

Fig. 1. Schematic illustration of chondral lesion treatment quality: (A) according to Steadman's criteria, and using (B) curette in open surgery, (C) curette in arthroscopy, (D) shaver, (E) bipolar electrode

sowana była tak w przypadku procedur otwartych jak i artroskopowych. Używano także shavera, waporyzatora, ovalnych wierteł do plastyki mozaikowej, kaniulowanych wierteł niskoprofilowych**, wycinaków cylindrycznych** oraz skalpela w przypadku wykonawania miniartrotomii. W dziewięciu pracach opisano stosowanie powyższych narzędzi w różnych kombinacjach. W technice otwartej najczęściej używano otwartej łyżeczki kostnej (78% operacji), często z dodatkowym użyciem skalpela (49% operacji). Inne narzędzia były używane rzadko (kaniulowane wiertło niskoprofilowe – 11%, wiertło cylindryczne – 1%). Kombinacja otwartej łyżeczki kostnej i skalpela stosowana była w 38% operacji. W technice artroskopowej najczęściej używany był shaver (50% operacji) oraz otwarta łyżeczka kostna (35% operacji). Rzadziej stosowano kaniulowane wiertło niskoprofilowe – 27% oraz waporyzator – 22%. Najczęściej stosowaną kombinacją było połączenie otwartej łyżeczki kostnej i shavera (34% operacji).

and Table 3). They were used in both open and arthroscopic procedures. Shavers, bipolar electrodes, oval drills for mosaicplasty, cannulated low profile drills, cylindric drills and scalpels for mini-arthrotomy were also used. Nine papers described the use of the abovementioned instrumentation in various combinations. In open procedures, open bone curettes were used most frequently (78%), often along with scalpels (49%). Other instruments were rarely used (cannulated low profile drills in 11%, cylindric drills in 1%). The combination of an open bone curette and a scalpel was used in 38% of the surgeries. In arthroscopic procedures the most frequently used instruments were shavers (50%) and open bone curettes (35%). Cannulated low profile drills (27%) and bipolar electrodes (22%) were used less frequently. The most frequent combination was that of an open bone curette and a shaver (34%).

Tab. 1. Zestawienie artykułów w których pojawił się opis narzędzi
 Tab. 1. Papers which contain descriptions of instruments used

Autor/Author	Czasopismo/rok Paper/year	Typ pracy/ Study design	Technika/ Type of surgery	Liczba pacjentów/ Number of patient	Użyte narzędzie/ Used instrument
Brittberg M.[8]	AmJSportMed 2010	przegląd systematyczny/ systematic review	otwarta/ open	---	kireta/curette
Cole B et al.[9]	AmJSportMed 2011	randomizowane badanie kontrolne/ randomised control study	otwarta/ open	29	kireta/curette
Filardo G et al.[10]	AmJSportMed 2011	opis serii przypadków/ case series	artroskopowa/arthroscopic	62	kaniulowane wiertło niskoprofilowe/ cannulated low profile drill
Kon E et al.[11]	AmJSportMed 2011	opis serii przypadków/ case series	otwarta/ open	30	kaniulowane wiertło niskoprofilowe/ cannulated low profile drill
Kon E et al.[12]	AmJSportMed 2011	opis serii przypadków/ case series	artroskopowa/ arthroscopic	61	kaniulowane wiertło niskoprofilowe/ cannulated low profile drill
Schneider U et al.[13]	AmJSportMed 2011	opis serii przypadków/ case series	otwarta/ open	116	kireta/curette
Beris A et al.[14]	AmJSportMed 2012	opis serii przypadków/ case series	otwarta/ open	42	kireta/curette
Joshi N et al.[15]	AmJSportMed 2012	opis serii przypadków/ case series	otwarta/ open	10	kaniulowane wiertło niskoprofilowe/ cannulated low profile drill
Jungmann P et al.[16]	AmJSportMed 2012	badanie kohortowe/ cohort study	otwarta/ open	413	kireta, skalpel/ curette, scalpel
Marlovits S et al.[17]	AmJSportMed 2012	opis serii przypadków/ case series	otwarta/ open	21	kireta/curette
Filardo G et al.[18]	AmJSportMed 2013	badanie kohortowe/ cohort study	otwarta/ open	49	kaniulowane wiertło niskoprofilowe/ cannulated low profile drill
Chiang H et al.[19]	Osteoarthritis Cartilage 2013	prospektywne badanie kliniczne/ prospective comparative study	otwarta/ open	10	wiertło cylindryczne/ cylindric drill
Gomoll AH et al.[20]	AmJBJS 2010	artykuł szkoleniowy/ instructional lecture	otwarta/ open	---	kireta, skalpel/ curette, scalpel
Krych A et al.[21]	AmJBJS 2012	retrospektywne badanie porównawcze/ comparative study	otwarta/ open	96	kireta/curette
Fontana A et al.[22]	Arthroscopy 2012	retrospektywne badanie porównawcze/ comparative study	artroskopowa/arthroscopic	30	kireta, shaver curette, shaver
Gudas R et al.[23]	Arthroscopy 2012	prospektywne badanie porównawcze/ prospective comparative study	artroskopowa/arthroscopic	102	kireta, shaver/ curette, shaver
Tompkins M et al.[24]	Arthroscopy 2013	opis serii przypadków/ case series	otwarta/ open	16	kireta, skalpel/ curette, scalpel

Tab. 1 (cd). Zestawienie artykułów w których pojawił się opis narzędzi

Tab. 1 (cont.). Papers which contain descriptions of instruments used

Bentley G et al.[25]	BrJBJS	prospektywne badanie porównawcze/ prospective comparative study	otwarta/ open	100	skalpel/scalpel
Siclari A et al.[26]	Clin Orthop Relat Res	opis serii przypadków/ case series	artroskopowa/arthroscopic	52	shaver/shaver
Lim H et al.[27]	Clin Orthop Relat Res	prospektywne badanie porównawcze/ prospective comparative study	artroskopowa/arthroscopic	22/70*	shaver, kireta/ shaver, curette
Filardo G et al.[28]	The Knee 2012	prospektywne badanie porównawcze/ prospective comparative study	otwarta/ open	34	kaniulowane wiertło niskoprofilowe/ cannulated low profile drill
Figueroa D et al.[29]	The Knee 2013	prospektywne badanie porównawcze/ prospective comparative study	artroskopowa/arthroscopic	100	waporyzator/ shaver
Solheim E et al.[30]	KSSTA 2010	opis serii przypadków/ case series	otwarta/ open	110	kireta/curette
Pascarella A et al.[31]	KSSTA 2010	opis serii przypadków/ case series	artroskopowa/arthroscopic	19	shaver/shaver
Benthien JP and Behres P[32]	KSSTA 2011	opis metody/ method description	otwarta/ open	---	kireta/curette
Siebold R et al.[33]	KSSTA 2011	opis metody/ method description	artroskopowa/arthroscopic	---	kireta, shaver/ curette, shaver
Piontek T et al.[34]	KSSTA 2012	opis metody/ method description	artroskopowa/arthroscopic	---	kireta, shaver, wiertło cylindryczne/ curette, shaver, cylindric drill

* tylko w przypadku 20 operacji mikrofrakturacji jest opisana technika operacyjna

* surgery is described only in 20 cases.

Tab. 2. Narzędzia/kombinacje narzędzi używane do chondrektomii

Tab. 2. Chondrectomy instruments/instrument sets

Typ narzędzia/kombinacja narzędzi Instrument/instrument set	Liczba artkulów/ Number of papers	ogółem (liczba operacji – 1524)/ All (number of surgeries – 1524)	w technice otwartej (liczba operacji – 1076)/ open surgery (number of surgeries – 1076)	w artroskopii (liczba operacji – 448)/ arthroscopy (number of surgeries – 448)
kireta i skalpel/ curette and scalpel	3	28% (429)	40% (429)	----
kireta/curette	8	27% (414)	38% (414)	----
kaniulowane wiertło niskoprofilowe/ cannulated lowprofile drill	6	16% (246)	11% (123)	27% (123)
kireta i shaver/ curette and shaver	3	10% (154)	----	34 % (154)
skalpel/scalpel	1	6,5% (100)	10% (100)	----
shaver i waporyzator/ shaver and bipolar electrode	1	6,5% (100)	----	22% (100)
shaver/shaver	2	5% (71)	----	16% (71)
wycinak cylindryczny/ cylindric drill	1	1% (10)	1% (10)	----

Tab. 3. Użycie każdego z narzędzi niezależnie od kombinacji

Tab. 3. Use of each type of instrument regardless of the combination

Typ narzędzia/ Type of instrument	ogółem (liczba operacji – 1524)/ all (number of surgeries – 1524)	w technice otwartej (liczba operacji – 1076) open surgery (number of surgeries – 1076)	w technice artroskopowej (liczba operacji – 448) arthroscopy (number of surgeries – 448)
kireta/curette	67% (1016)	78% (843)	35% (156)
skalpel/scalpel	35% (529)	49% (529)	----
shaver/shaver	21% (325)	----	50% (225)
kaniulowane wiertło niskoprofilowe/ cannulated lowprofile drill*	16% (246)	11% (123)	27% (123)
waporyzator/bipolar electrode	7% (100)	----	22% (100)
wycinak cylindryczny/ cylindric drill	1% (10)	1% (10)	----

*użycie kaniulowanego wiertła niskoprofilowego może być przeszacowane ze wzgl. autorów współpracujących z prof. Marcacchi (Kon, Filardo) (używają oni tego narzędzia i opisują technikę chirurgiczną w swoich artykułach)

*using of this instrument might be overestimated because of large number of papers published by authors collaborate with prof. Marcacchi (they use this instrument and describe surgical technique in papers)

DYSKUSJA

Chondrektomia wykonywana „na otwarcie” ze względu na dużą dostępność ubytku pozwala na większą precyzję używania narzędzi. Nie wszystkie jednak narzędzia zapewniają wymaganą jakość opracowania ubytku. Drobnić et al. w swojej pracy ocenili mikroskopowo precyzję opracowania brzegów chrząstki zależnie od użytego narzędzia w technice otwartej (używany był skalpel do opracowania brzegów i otwarta łyżeczka kostna do opracowania reszty ubytku), oraz w artroskopii (używano łyżeczek kostnej otwartej, shavera, łyżeczek kostnej otwartej i shavera oraz waporyzatora) [33]. Autorzy wykazali, że precyzyjnie można opracować brzegi ubytku używając jedynie skalpela do odcięcia brzegów ubytku chrzęstnego oraz łyżeczek kostnej do opracowania jego loży (Ryc. 1b). Artroskopowe użycie otwartej łyżeczek kostnej pozwala na poprawne opracowanie ściany ubytku. Wykonanie pionowych ścian krateru przy pomocy samej otwartej łyżeczek kostnej w technice artroskopowej jest jednak trudne, natomiast odcięcie brzegów skalpelem poprzez port artroskopowy jest bardzo ryzykowne. Dodatkową wadą łyżeczek kostnej jest uzależnienie kąta natarcia ostrza od portów artroskopowych. Fakt ten znacznie ogranicza możliwości ułożenia powierzchni tnącej kirety prostopadle do brzegów ubytku oraz powoduje powstawanie dodatkowych mikrouszkodzeń (Ryc. 1c) w obrębie zdrowych brzegów chrzęstnych, co może prowadzić do zmniejszenia ich wytrzymałości

DISCUSSION

Due to the easy access to the defect, chondrectomy performed as an open procedure enables greater precision in using instrumentation. However, not all of the instruments provide the required quality of debridement of defects. Drobnić et al. assessed microscopically the precision of debridement of cartilaginous edges according to the instrument used in open surgery (where a scalpel was used to debride the edges and an open bone curette was used to debride the rest of the defect), as well as in arthroscopic procedures (the instrumentation used included an open bone curette, a shaver, an open bone curette and a shaver, and a bipolar electrode) [33]. The authors showed that the edges of the defect can be debrided with precision only with the use of a scalpel to cut off the edges of the cartilaginous defect and a bone curette to debride the cavity (Fig. 1b). An arthroscopic use of an open bone curette enables correct debridement of the walls of the defect. However, in arthroscopy it is difficult to produce a crater with vertical walls only with an open bone curette, and cutting of the edges with a scalpel through an arthroscopic port is very risky. Another drawback of using a bone curette is that the cutting angle depends on arthroscopic ports, thus considerably limiting the possibility of placing the cutting edge of a curette perpendicularly to the edges of the defect and resulting in additional microinjuries (Fig. 1c) within healthy cartilaginous edges which may impair their endurance and accele-

i szybszego uszkadzania w przyszłości. W przypadku gdy kształt ubytku jest nieregularny, zastosowanie łyżczki kostnej nierazko doprowadza do poszerzenie ubytku, co jest determinowane owalnym kształtem końcówki roboczej. Doprowadza to do niepotrzebnego, nadmiernego usuwania zdrowej tkanki chrzęstnej. Użycie shavera oraz waporyzatora w celu opracowania brzegów ubytku wydaje się być nie-wskazane. Shaver daje brzeg półokrągły, wklęsły, z kątem w stosunku do kości 120-138° (Ryc. 1d). Waporyzator podobnie, dodatkowo uszkadzając termicznie brzegi (Ryc. 1e).

Odnosząc się do oceny powierzchni oczyszczonego dna ubytku chrzęstnego – w badaniu Drobnić et al. użycie łyżczki kostnej spowodowało w jednym przypadku głębokie uszkodzenie kości. Badanie Miaka et al. pokazuje z kolei, że użycie łyżczki kostnej bez użycia znacznej siły czyli 40N (za standardową siłę uznano 15N) nie powoduje uszkodzeń poniżej warstwy podchrzęstnej kości i zapewnia wymagany stopień oczyszczenia [34]. Shaver powodował wytwarzanie krateru w dnie ubytku.

Używane jest także narzędzie o kształcie szerokiego wiertła z ogranicznikiem głębokości – kaniulowane wiertło niskoprofilowe oraz wycinak cylindryczny. Nie zostały one jednak ujęte w badaniach Drobnić'a, ani nie znaleziono pracy pokazującej mikroskopową ocenę jakości uzyskanych brzegów i łożyska ubytku. Nie pozwala to, więc ocenić precyzji tego urządzenia i porównać z innymi [35]. Biorąc jednak pod uwagę 10 milimetrową średnicę i okrągły kształt kaniulowanego wiertła niskoprofilowego, podobnie jak w przypadku łyżczki kostnej, można się spodziewać niepotrzebnego usuwania zdrowej tkanki chrzęstnej, szczególnie w sytuacji gdy ubytek ma nieregularny obrys lub jego przekątna jest mniejsza od 10 mm.

Żeby zobrazować skalę problemu posłużono się modelem wielkości ubytku (w przybliżeniu odpowiadającemu wymiarom przeciętnego kolana) oraz zilustrowano jak nieprecyzyjne opracowanie wpływa na jego wielkość. Dla użytego modelu ustaloną szerokość powierzchni stawowej kłykcia o wartości 3 cm, grubość chrząstki 3 mm, a owalny ubytek chrząstki będzie miał powierzchnię 2 cm². Przy założeniu, że kąt między powierzchnią kości, a opracowaną przy pomocy łyżczki kostnej w artroskopii ścianą ubytku chrzęstnego wynosi 120-130° (wg badań Drobnić et al.) to średnica dodatkowego jatrogennego uszkodzenia zwiększa się o 4mm. Po opracowaniu ubytku chrzęstnego z precyzją otwartej łyżczki kostnej w artroskopii (wg pracy Drobnića) pole powierzchni ubytku zwiększy się z 2cm² do ok. 3,15 cm² (czyli o około 57%). Jeżeli przyrówna-

rate future damage. If the defect has an irregular shape, the use of a bone curette not infrequently results in widening of the defect, which is caused by an oval shape of the operative end. This leads to unnecessary and excessive removal of healthy cartilaginous tissue. The use of a shaver and a bipolar electrode to debride the edges of the defect seems inadvisable. A shaver produces a semicircular and concave edge at 120-138° to the bone (Fig. 1d). The use of a bipolar electrode produces similar effects, with additional thermal damage to the edges (Fig. 1e).

With regard to the assessment of the debrided bottom surface of the chondral defect, in one case in the study by Drobnić et al. the use of a bone curette resulted in deep damage of bone. Miaka et al., in turn, showed that the use of a bone curette without applying considerable force, that is 40N (standard force was defined as 15N), does not result in damage below the subchondral bone layer and ensures the required level of debridement [34]. A shaver created a crater in the bottom of the defect.

A depth-limiting wide drill-shaped instrument, that is a cannulated low profile drill, and a cylindric drill are used as well. However, they were not included in Drobnić's study and no paper presenting microscopic assessment of the quality of the edges and bed of the defect resulting from the use of these instruments was found. Therefore it is not possible to assess and compare the precision of this instrumentation [35]. However, given the 10 mm diameter and round shape of a cannulated low profile drill, unnecessary removal of healthy cartilage tissue, as with bone curettes, may be expected, particularly when the defect has an irregular outline or its diagonal is smaller than 10 mm.

In order to present the scale of the problem a real-size model of the defect (corresponding approximately to the size of an average knee) was used to illustrate the effect of imprecise debridement on its size. In the model, the width of the condyle joint surface measured 3 mm, cartilage thickness was 3 mm, and the oval chondral defect had a surface of 2 sq. cm. Assuming that the angle between the bone surface and the wall of the chondral defect debrided using a bone curette in arthroscopy is 120-130° (according to Drobnić et al.), the diameter of the additional iatrogenic damage increases by 4 mm. Following debridement of the chondral defect with the precision of an open bone curette in arthroscopy (according to Drobnić's study) the surface area of the defect increases from 2 to 3.15 sq. cm, that is by approximately 57%. The comparison of the diameter of the defect before and after debridement (16 mm and 20 mm) to the width of the condyle (approxima-

my średnicę ubytku przed i po oczyszczeniu (16 mm i 20 mm) do szerokości kłykcia (ok. 30 mm) okazuje się, że nieprecyzyjne opracowanie chrząstki w tym wypadku może zmniejszyć szerokość pełnowartoscowej powierzchni nośnej kłykcia o około 15%.

WNIOSKI

W zebranym piśmiennictwie otwarta łyżeczka kostna jest najczęściej stosowanym narzędziem. Największa liczba pacjentów była leczona przy pomocy otwartej łyżeczki kostnej wspólnie ze skalpelem. Ta kombinacja narzędzi w warunkach artrotomii zapewnia odpowiednią jakość opracowania uszkodzeń chrzęstnych. Wykonanie pionowych ścian krateru przy pomocy samej otwartej łyżeczki kostnej w technice artroskopowej jest trudne. Używanie do chondrektomii jedynie shavera i waporyzatora nie zapewnia zalecanej przez Steadmana jakości opracowania brzegów ubytku. Kaniulowane wiertło niskoprofilowe oraz wycinak cylindryczny nie było oceniane, ponieważ w materiale nie pojawiły się prace opisujące ich precyzję. Opierając się na cytowanych badaniach, w chwili obecnej nie ma konsensusu co do wyboru narzędzi i techniki opracowania ubytku chrzęstnego w leczeniu artroskopowym, która pozwalałaby na dokładne spełnienie założeń Steadmana.

PIŚMIENIICTWO/ REFERENCES

- Magnuson PB. Technic of debridement of the knee joint for arthritis. *Surg Clin North Am* 1946; 249-66.
- Steadman JR, Rodkey WG, Singleton SB, Briggs KK. Microfracture technique for full-thickness chondral defects: Technique and clinical results. *Oper Tech Orthop* 1997; 7(4): 300-4.
- Steadman JR, Briggs KK, Rodrigo JJ, Kocher MS, Gill TJ, Rodkey WG. Outcomes of microfracture for traumatic chondral defects of the knee: Average 11-year follow-up. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 2003; 19(5): 477-84.
- Rudd RG, Visco DM, Kincaid SA, Cantwell HD. The effects of beveling the margins of articular cartilage defects in immature dogs. *Vet Surg VS* 1987; 16(5): 378-83.
- Scott WN, Insall JN. Insall & Scott Surgery of the Knee. W: Henry SE, Deasy BM, Chu CR, editors. Articular cartilage: Biology, Biomechanics, and Healing Response. V wyd. Philadelphia: Elsevier/Churchill Livingstone; 2011. p. 146-52.
- Frisbie DD, Morisset S, Ho CP, Rodkey WG, Steadman JR, McIlwraith CW. Effects of Calcified Cartilage on Healing of Chondral Defects Treated With Microfracture in Horses. *Am J Sports Med* 2006; 34(11): 1824-31.
- Skowroński J, Skowroński R, Rutka M. Wyniki leczenia dużych ubytków chrząstki stawu kolanowego za pomocą koncentratu komórek szpiku i membrany kolagenowej. *Ortop Traumatol Rehabil* 2012; 5: 1-9.
- Brittberg M. Cell Carriers as the Next Generation of Cell Therapy for Cartilage Repair: A Review of the Matrix-Induced Autologous Chondrocyte Implantation Procedure. *Am J Sport Med*. 2010; 38(6): 1259-71.
- Cole BJ, Farr J, Winalski CS, et al. Outcomes After a Single-Stage Procedure for Cell-Based Cartilage Repair: A Prospective Clinical Safety Trial With 2-year Follow-up. *Am J Sports Med* 2011; 39(6): 1170-9.
- Filardo G, Kon E, Di Martino A, Iacono F, Marcacci M. Arthroscopic Second-Generation Autologous Chondrocyte Implantation: A Prospective 7-Year Follow-up Study. *Am J Sports Med* 2011; 39(10): 2153-60.
- Kon E, Delcogliano M, Filardo G, Busacca M, Di Martino A, Marcacci M. Novel Nano-composite Multilayered Biomaterial for Osteochondral Regeneration: A Pilot Clinical Trial. *Am J Sports Med* 2011; 39(6): 1180-90.
- Kon E, Filardo G, Condello V, et al. Second-Generation Autologous Chondrocyte Implantation: Results in Patients Older Than 40 Years. *Am J Sports Med* 2011; 39(8): 1668-75.
- Schneider U, Rackwitz L, Andereya S, et al. A Prospective Multicenter Study on the Outcome of Type I Collagen Hydrogel-Based Autologous Chondrocyte Implantation (CaReS) for the Repair of Articular Cartilage Defects in the Knee. *Am J Sports Med* 2011; 39(12): 2558-65.
- Beris AE, Lykissas MG, Kostas-Agnantis I, Manoudis GN. Treatment of Full-Thickness Chondral Defects of the Knee With Autologous Chondrocyte Implantation: A Functional Evaluation With Long-Term Follow-up. *Am J Sports Med* 2012; 40(3): 562-7.

tely 30 mm) suggests that imprecise debridement of cartilage may in this case reduce the width of the condyle's bearing surface by approximately 15%.

CONCLUSIONS

Open bone curettes were the most frequently used surgical chondrectomy tool in the papers analyzed. The highest proportion of patients were treated using the combination of an open bone curette and a scalpel. This combination in arthrotomy ensures appropriate quality of debridement of cartilaginous defects. In arthroscopy, it is difficult to produce a crater with vertical walls only with the use of an open bone curette. The use of only a shaver and a bipolar electrode does not ensure the quality of debridement of cartilaginous defect edges recommended by Steadman. The cannulated low profile drill and the cylindrical drill were not assessed as there were no papers describing their precision in the literature analyzed. According to the studies quoted, presently there is no consensus regarding the choice of instrumentation and technique of debridement of cartilaginous defects in arthroscopic treatment that would fully meet Steadman's guidelines.

15. Joshi N, Reverte-Vinaixa M, Diaz-Ferreiro EW, Dominguez-Oronoz R. Synthetic Re-sorbable Scaffolds for the Treatment of Isolated Patellofemoral Cartilage Defects in Young Patients: Magnetic Resonance Imaging and Clinical Evaluation. Am J Sports Med 2012; 40(6): 1289-95.
16. Jungmann PM, Salzmann GM, Schmal H, Pestka JM, Sudkamp NP, Niemeyer P. Autologous Chondrocyte Implantation for Treatment of Cartilage Defects of the Knee: What Predicts the Need for Reintervention? Am J Sports Med 2012; 40(1): 58-67.
17. Marlovits S, Aldrian S, Wondrasch B, et al. Clinical and Radiological Outcomes 5 Years After Matrix-Induced Autologous Chondrocyte Implantation in Patients With Symptomatic, Traumatic Chondral Defects. Am J Sports Med 2012; 40(10): 2273-80.
18. Filardo G, Kon E, Andriolo L, Di Martino A, Zaffagnini S, Marcacci M. Treatment of "Patellofemoral" Cartilage Lesions With Matrix-Assisted Autologous Chondrocyte Transplantation: A Comparison of Patellar and Trochlear Lesions. Am J Sports Med 2014; 42(3): 626-34.
19. Chiang H, Liao C-J, Hsieh C-H, Shen C-Y, Huang Y-Y, Jiang C-C. Clinical feasibility of a novel biphasic osteochondral composite for matrix-associated autologous chondrocyte implantation. Osteoarthritis Cartilage 2013; 21(4): 589-98.
20. Gomoll AH, Farr J, Gillogly SD, Kercher J, Minas T. Surgical management of articular cartilage defects of the knee. J Bone Joint Surg Am 2010; 92(14): 2470-90.
21. Krych AJ, Harnly HW, Rodeo SA, Williams RJ. Activity Levels Are Higher After Osseochondral Autograft Transfer Mosaicplasty Than After Microfracture for Articular Cartilage Defects of the Knee: A Retrospective Comparative Study. J Bone Jt Surg Am 2012; 94(11): 971-8.
22. Fontana A, Bistolfi A, Crova M, Rosso F, Massazza G. Arthroscopic Treatment of Hip Chondral Defects: Autologous Chondrocyte Transplantation Versus Simple Debridement - A Pilot Study. Arthrosc J Arthrosc Relat Surg 2012; 28(3): 322-9.
23. Gudas R, Gudaitė A, Mickevičius T, et al. Comparison of Osteochondral Autologous Transplantation, Microfracture, or Debridement Techniques in Articular Cartilage Lesions Associated With Anterior Cruciate Ligament Injury: A Prospective Study With a 3-Year Follow-up. Arthrosc J Arthrosc Relat Surg 2013; 29(1): 89-97.
24. Tompkins M, Hamann JC, Diduch DR, et al. Preliminary Results of a Novel Single-Stage Cartilage Restoration Technique: Particulated Juvenile Articular Cartilage Allo-graft for Chondral Defects of the Patella. Arthrosc J Arthrosc Relat Surg 2013; 29(10): 1661-70.
25. Bentley G, Biant LC, Vijayan S, Macmull S, Skinner JA, Carrington RWJ. 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 Joint Surg Br 2012; 94(4): 504-9.
26. Siclari A, Mascaro G, Gentili C, Cancedda R, Boux E. A Cell-free Scaffold-based Cartilage Repair Provides Improved Function Hyaline-like Repair at One year. Clin Orthop Relat Res 2012; 470(3): 910-9.
27. Lim H-C, Bae J-H, Song S-H, Park Y-E, Kim S-J. Current Treatments of Isolated Articular Cartilage Lesions of the Knee Achieve Similar Outcomes. Clin Orthop Relat Res 2012; 470(8): 2261-7.
28. Filardo G, Kon E, Berruto M, et al. Arthroscopic second generation autologous chondrocytes implantation associated with bone grafting for the treatment of knee osteochondritis dissecans: Results at 6 years. The Knee 2012; 19(5): 658-63.
29. Figueroa D, Calvo R, Villalón IE, Meleán P, Novoa F, Vaisman A. Clinical outcomes after arthroscopic treatment of knee osteoarthritis. The Knee 2013; 20(6): 591-4.
30. Solheim E, Øyen J, Hegna J, Austgulen OK, Harlem T, Strand T. Microfracture treatment of single or multiple articular cartilage defects of the knee: a 5-year median follow-up of 110 patients. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2010; 18(4): 504-8.
31. Pascarella A, Ciatti R, Pascarella F, et al. Treatment of articular cartilage lesions of the knee joint using a modified AMIC technique. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2010; 18(4): 509-13.
32. Benthien JP, Behrens P. The treatment of chondral and osteochondral defects of the knee with autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC): method description and recent developments. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2011; 19(8): 1316-9.
33. Siebold R, Sartory N, Yang Y, Feil S, Paessler HH. Prone position for minimal invasive or allarthroscopic autologous chondrocyte implantation at the patella. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2011; 19(12): 2036-9.
34. Piontek T, Ciemniewska-Gorzela K, Szulc A, Naczek J, Słomczykowski M. All-artroscopic AMIC procedure for repair of cartilage defects of the knee. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2012; 20(5): 922-5.
35. Drobnić M, Radosavljević D, Cor A, Brittberg M, Strazar K. Debridement of cartilage lesions before autologous chondrocyte implantation by open or transarthroscopic techniques: A comparative study using post-mortem materials. J Bone Jt Surg – Br 2010; 92-B(4): 602-8.

Liczba słów/Word count: 4998

Tabele/Tables: 3

Ryciny/Figures: 1

Piśmiennictwo/References: 35

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Mariusz Puszkarz

ul. Wandy 15/26, 44-217 Rybnik, Poland
tel. 784949820, e-mail: mpuszkarz79@gmail.com

Otrzymano / Received 02.03.2015 r.
Zaakceptowano / Accepted 16.05.2015 r.