

**Katarzyna DRABEK¹, Julia LISOŃ², Cezary KRAWCZYK³, Ewa RADWIN³,
Marcelina CZERWIK³**

¹Centrum Stomatologii CONSALMED, Wrocław

²Studenckie koło naukowe SYNERGIA, Wydział Inżynierii Biomedycznej, Zabrze

³Medyczna Szkoła Policealna Województwa Śląskiego im. prof. A. Cieszyńskiego Zabrze

BADANIA JAKOŚCI KLESZCZY EKSTRAKCYJNYCH UŻYWANYCH W STOMATOLOGII

Streszczenie: Celem badań była ocena jakości kleszczy ekstrakcyjnych stosowanych w stomatologii zgodnie z normą PN-EN ISO 9173-1:2006. W ramach badań przeprowadzone zostały badania metalograficzne mikroskopowe, pomiary twardości, obserwacje makroskopowe powierzchni, pomiary chropowatości powierzchni oraz odporności korozyjnej analizowanej postaci narzędzia. Analizowane kleszcze ekstrakcyjne kwalifikujemy do narzędzi nie spełniających określonych zaleceń, ponieważ nie uzyskało wyniku pozytywnego w jednym z wymienionych badań. Na podstawie obserwacji makroskopowych stwierdzono zróżnicowaną ilość rys, wgnieceń oraz wykruszeń.

Słowa kluczowe: kleszcze ekstrakcyjne, własności fizykochemiczne, jakość powierzchni

1. WSTĘP

Pierwsze wspomnienia na temat medycyny i narzędzi chirurgicznych można napotkać już w czasach prehistorycznych. Pierwotne ludy próbując leczyć swoich podopiecznych wzorowały się przede wszystkim na zachowaniu zranionych zwierząt, które samodzielnie usuwały ciała obce bądź pasożyty ze swoich organizmów. Do leczenia zaś stosowano wówczas produkty pochodzenia zwierzęcego takie jak: mleko, miód, tłuszcze, skórę sierść, rogi czy kopyta. Do oczyszczania i pozbywania się z organizmu ciał obcych, jako narzędzia służyły również ludzkie usta, palce czy paznokcie. Niektóre plemiona Indian południowo-amerykańskich zaczęły wykorzystywać do zamykania ran pewien gatunek mrówek i skarabeuszy. Kiedy ich szczęki łączyły obydwie brzozy rany, odrywano im główki, aby pełniły rolę klamerek. Metoda ta przez niektóre plemiona Indian jest stosowana do dnia dzisiejszego. W kolejnych latach dostrzeżono znaczną ewolucję narzędzi, wynikającą z nieudolności i nie wystarczającej długości dłoni i palców. Pierwsze narzędzia zostały wykonane na wzór przedmiotów stosowanych w rzemiośle. Były one wykonywane z kamienia, bambusa czy kości. Na przestrzeni wieków instrumentarium chirurgiczne zmieniało swoją postać konstrukcyjną, funkcjonalność, a także materiał z którego było wykonywane, wraz z postępem aktualnej wiedzy medycznej [1-15].

Instrumentarium stawało się co raz bardziej dopasowane pod względem geometrii, ergonomii czy zespołu własności mechanicznych do nowych, ciągle rozwijających się skomplikowanych technik operacyjnych. Wyróżnia się narzędzia specjalistyczne,

dostosowane do konkretnych działów medycyny. Wśród nich można wymienić narzędzia neurochirurgiczne, kardiochirurgiczne, ginekologiczne, stomatologiczne i wiele innych. Jednakże od zarania dziejów narzędzia chirurgiczne były i wciąż są najważniejszym elementem skutecznie przeprowadzonego zabiegu. Zaraz obok odpowiedniego, spersonalizowanego implantu, dopasowanego do konkretnego urazu czy wykwalifikowanego chirurga, specjalisty w danej dziedzinie medycyny, stanowią one swojego rodzaju gwarancję prawidłowego przebiegu operacji [16-23]

W obecnych czasach istnieje bardzo szeroki i zróżnicowany wybór narzędzi chirurgicznych. Pożądaną cechą każdego instrumentarium jest jego wysoka jakość. Osiągana jest ona dzięki stosowaniu do produkcji wysokiej jakości stali nierdzewnej, która zapewnia głównie odporność na korozję, ale również przekłada się na odpowiedni zespół własności wytrzymałościowych. Wiele narzędzi poddawane jest dodatkowo coraz to nowszym modyfikacjom czy procesom technologicznym, które mają na celu poprawę własności mechanicznych, a także przedłużenie żywotności. Dlatego też celem pracy była ocena jakości wytypowanej postaci kleszczy ekstrakcyjnych należących do grupy narzędzi chwytających [16-23].

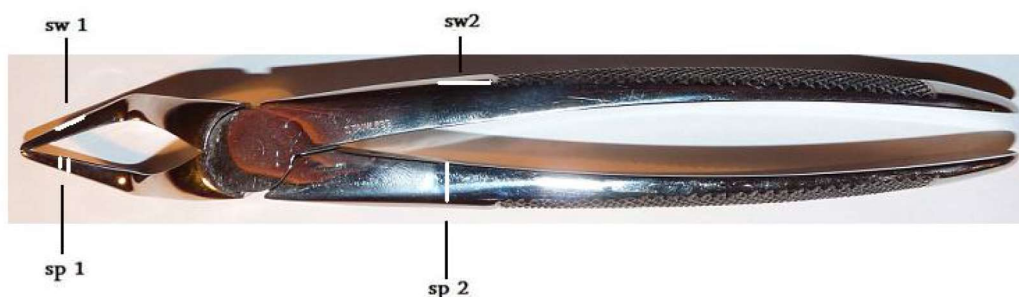
2. METODYKA BADAŃ

Do badań wytypowano instrumentarium chirurgiczne z grupy narzędzi chwytających a mianowicie kleszcze ekstrakcyjne. W celu oceny jakości kleszczy ekstrakcyjnych przeprowadzono następujące badania: składu chemicznego, metalograficzne mikroskopowe, własności mechanicznych, obserwacji makroskopowej powierzchni, chropowatości powierzchni, odporności korozyjnej.

Badanie składu chemicznego wykonano z wykorzystaniem spektrometru emisyjnego ze wzbudzeniem jarzeniowym. Metodą pozwalającą na określenie składu chemicznego było wypalanie w plazmie. Na początku do lampy RF dostarczono argon. Jego przyspieszone jony rozpyliły próbkę w celu wzbudzenia jej atomów dzięki zderzeniom z elektronami. Jest to efekt powstawania plazmy. Powstała plazma wytworzyła widmo, które uległo rozdzielaniu na siatce dyfrakcyjnej. Analizę przeprowadzono przy użyciu fotopowielaczy a skład określono z pomocą wzorców.

W celu oceny jakości powierzchni kleszczy ekstrakcyjnych w pierwszej kolejności przeprowadzono obserwacje makroskopowe. Badania prowadzono z wykorzystaniem mikroskopu stereoskopowego firmy ZEISS.

W dalszej kolejności przeprowadzono badania metalograficzne mikroskopowe celem ujawnienia struktury analizowanej postaci narzędzia. W ramach tych badań wykonano zglądy metalograficzne wzdłużne oraz poprzeczne z wytypowanych obszarów kleszczy ekstrakcyjnych – rys. 1. Przygotowane zglądy trawiono w odczynniku o składzie 100 ml alkoholu etylowego + 3 g FeCl₃ + 1,5 ml HCl. Tak przygotowane próbki obserwowano na mikroskopie świetlnym LEICA MEF4A w zakresie powiększeń 100÷1000x.



**Rys. 1. Kleszcze ekstrakcyjne z zaznaczonymi miejscami pobierania próbek:
sw1,sw2 – zglądy wzdłużne sp1,sp2 – zglądy poprzeczne.**

Następnie przeprowadzono badania twardości na zglądach wzdłużnych i poprzecznych (rys. 1) z wykorzystaniem metody Vickersa zgodnie z normą PN-EN ISO 6507-1:2007. Pomiary przeprowadzono na twardościomierzu DuraScan 50 firmy Struers przy obciążeniu 500 g.

Ponadto przeprowadzono również pomiary chropowatości powierzchni za pomocą profilometru Surtronic firmy Taylor Hobson, który jest wyposażony w diamentową głowicę. Dla kleszczy ekstrakcyjnych wykonano pomiary w różnych miejscach części chwytowej oraz roboczej. Wyznaczaną wielkością była średnia arytmetyczna odchylenia profilu nierówności od linii średniej Ra wg normy PN EN ISO 4287:1999.

Ostatnim etapem było badanie odporności na korozję kleszczy ekstrakcyjnych, które zostało przeprowadzone metodą kropelkową. Na odtłuszczoną powierzchnię kleszczy naniesiono kilka kropel roztworu o następującym składzie: 1616g wody destylowanej, 57g kwasu siarkowego, 142 g siarczanu miedziowego i pozostawiono na 10 minut. Badanie wykonano w trzech wybranych miejscach w części roboczej oraz w części chwytowej – rys. 2. Po przeprowadzonym badaniu dokonano obserwacji powierzchni kleszczy na mikroskopie stereoskopowym.



Rys. 2. Badanie odporności na korozję w trzech wybranych miejscach

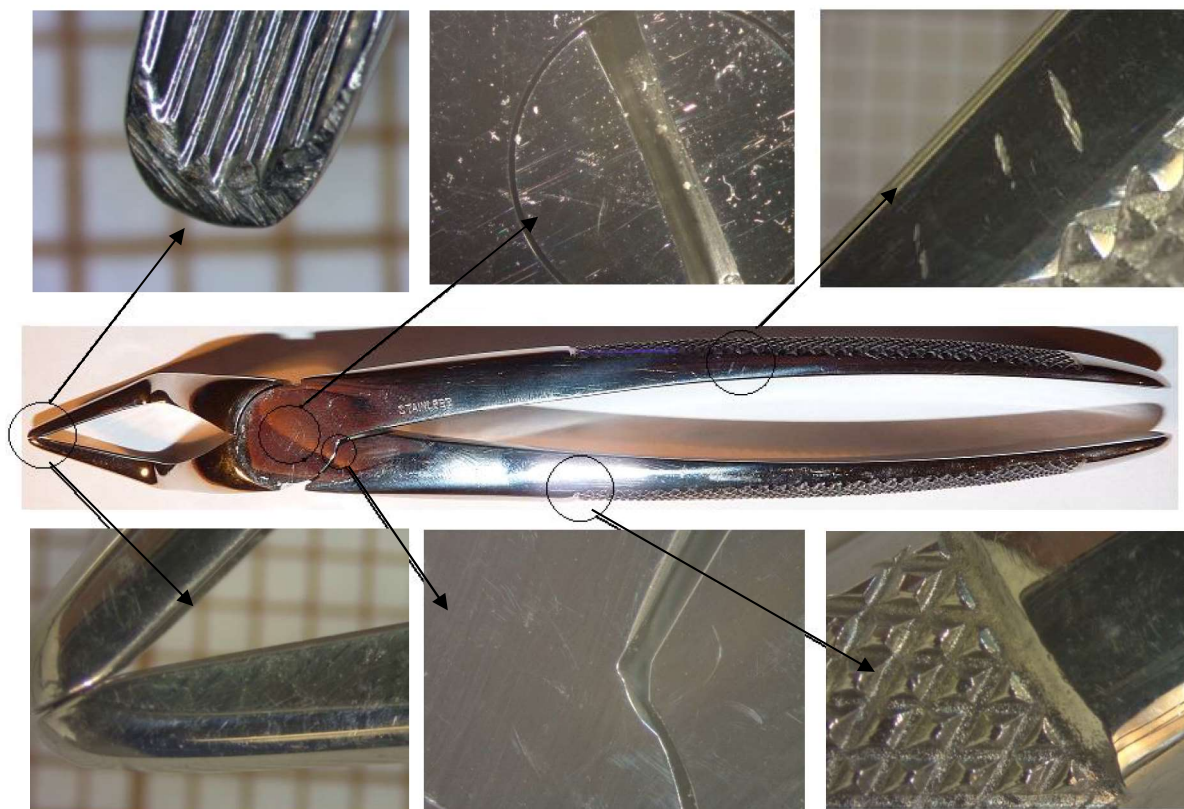
3. WYNIKI BADAŃ

Badania składu chemicznego materiału narzędzia przeprowadzono metodą wypalenia plazmy. Wyniki badań składu chemicznego przedstawiono w tabeli 1. Pod względem składu chemicznego badany materiał można przyporządkować do stali martenzytycznej odpornej na korozję X30Cr13 zgodnie z normą PN-EN 10088-1. Stężenia poszczególnych pierwiastków mieszczą się w zakresie przewidzianym wymogami normy

Tabela 1. Wyniki składu chemicznego materiału analizowanego narzędzia

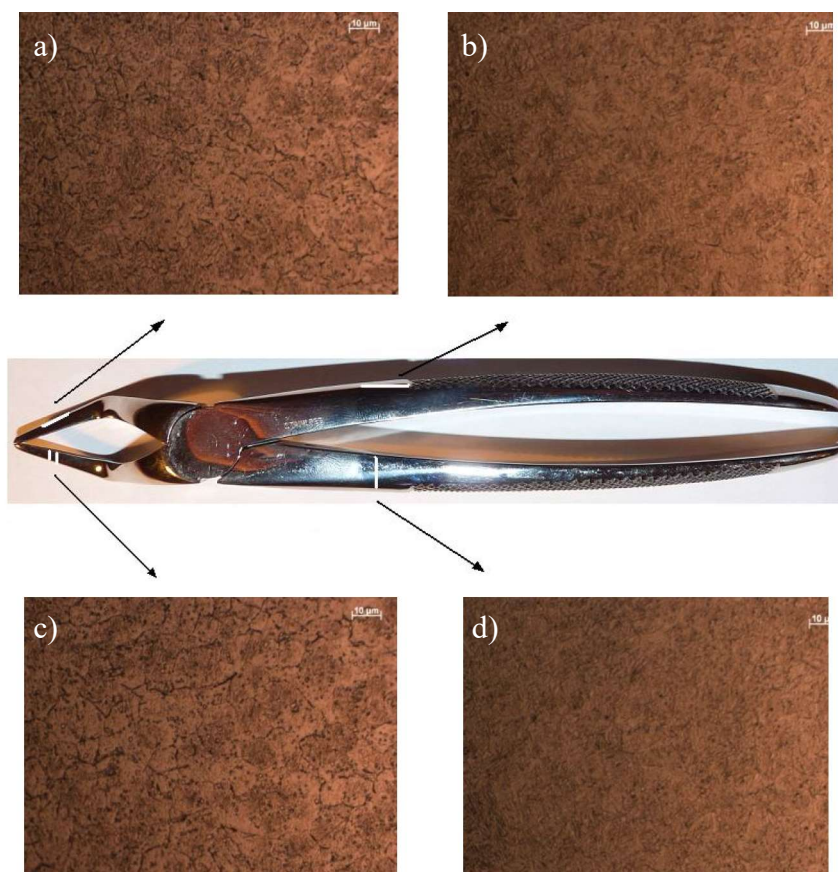
Pierwiastek [%]	C	Cr	Ni	Mn	M o	Si	Al	Cu	Ti	Nb	V	B	Pb	W	S	P
Analiza Wg PN-EN 10088-1	0,26-0,35	12,0-14,0	-	<= 1,5	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	<= 0,01	0,04
Analiza kontrolna	0,3	13	0,2	0,4	0,4	0,3	0,08	0,1	0,01	0,08	0,05	0,001	0,005	0,05	0,03	0,04

Przeprowadzone badania makroskopowe powierzchni kleszczy ekstrakcyjnych ujawniły zróżnicowaną ilość rys oraz wykruszeń w części roboczej jak i chwytowej. Obserwacje części chwytowej wykazały liczne zarysowania. Z kolei w części roboczej dodatkowo wykruszenia w obrębie krawędzi chwytnej – rys. 3.

**Rys. 3. Obraz uszkodzeń na powierzchni kleszczy ekstrakcyjnych**

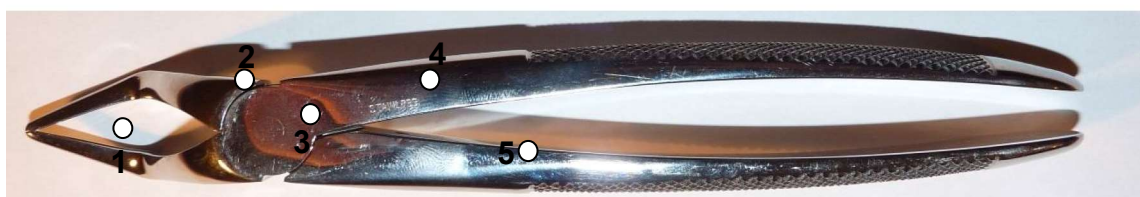
Na podstawie przeprowadzonych badań metalograficznych mikroskopowych stwierdzono występowanie jednakowej struktury martenzytu odpuszczonego z wydzieleniami węglików we wszystkich badanych obszarach – rys. 4.

W dalszej kolejności przeprowadzono badania twardości. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w obszarze części roboczej twardość mieściła się w zakresie 462÷470 HV0,5. Z kolei w obszarze części chwytnej twardość była mniejsza i wynosiła 442÷457 HV0,5.



Rys. 4. Badane obszary kleszczy ekstrakcyjnych: struktura martenzytu odpuszczonego z wydzieleniami węglików: a – część robocza (zgląd wzdłużny sw1), b – część chwytowa (zgląd wzdłużny sw2), c – część robocza (zgląd poprzeczny sp1), d – część chwytowa (zgląd poprzeczny sp2)

Kolejnym etapem były badania chropowatości powierzchni analizowanej postaci narzędzia. Wyniki pomiarów chropowatości przedstawiono w tablicy 2 i rys. 5.



Rys. 5. Obszary pomiaru chropowatości powierzchni

Tabela 2. Wyniki pomiarów chropowatości powierzchni kleszczy ekstrakcyjnych

Nr obszaru	Chropowatość powierzchni Ra [μm]			Wartość średnia chropowatości pow. Ra,śr [μm]
1	0,56	0,58	0,56	0,57
2	0,54	0,48	0,42	0,48
3	1,20	1,12	1,16	1,17
4	0,12	0,16	0,12	0,13
5	0,09	0,09	0,12	0,11

Ostatnim etapem było badanie odporności na korozję, która wykonano metodą kropelkową. Na podstawie badań stwierdzono że kleszcze ekstrakcyjne są odporne na korozję. Nie stwierdzono na powierzchni wżerów, zabarwień oraz innych zmian które mogłyby świadczyć o zapoczątkowaniu procesu korozji.

4. PODSUMOWANIE

Ocenę jakości kleszczy ekstrakcyjnych dokonano zgodnie z normą PN-EN ISO 9173-1:2006. W pierwszej kolejności przeprowadzono badania oceny składu chemicznego z wykorzystaniem spektrometru emisyjnego ze wzbudzeniem jarzeniowym. Na podstawie otrzymanych wyników badany materiał można przyporządkować do stali odpornej na korozję martenzytycznej X30Cr13. Jest to jedna z najpopularniejszych stali stosowanych przy wykonywaniu sprzętu chirurgicznego. Stal sklasyfikowano na podstawie zawartości procentowej pierwiastków stopowych po wykonanej analizie. Stal X30Cr13 jest zgodna z zaleceniami normy PN-EN-10088-1. W dalszej kolejności przeprowadzono badania metalograficzne mikroskopowe. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, iż kleszcze ekstrakcyjne mają strukturę martenzytu odpuszczonego z wydzieleniami węglików we wszystkich badanych obszarach – rys. 4. Badanie to wykazało, iż wymagania normatywne odnośnie materiału jest spełnione.

Kolejnym wymaganiem jest twardość. Twardość kleszczy ekstrakcyjnych powinna mieścić się w granicach 42÷48 HRC. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów stwierdzono, iż w obszarze części roboczej twardość wynosiła 462÷470 HV_{0,5} (ok 46 HRC) natomiast w obszarze części chwytnej twardość wynosiła 442÷457 HV_{0,5} (ok. 42 HRC). Zbliżone wartości twardości na zglądzie wzdłużnym i poprzecznym świadczą o równomiernym umocnieniu analizowanego narzędzia. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że twardość mieściła się w granicach wymaganych przez normę.

Na powierzchni narzędzia nie powinno być wgnieceń, pęknięć, rys. Na podstawie analizy makroskopowej powierzchni stwierdzono zróżnicowaną ilość rys, wgnieceń oraz wykruszeń. Rysy występujące na narzędziu są nieregularne. Badanie to wykazało, iż zalecenia normatywne nie zostały spełnione. Stan powierzchni narzędzia spowodowany jest tym, iż instrumentarium było użytkowane – rys. 3.

Na podstawie wymagań normatywnych chropowatość narzędzia powinna wynosić:

- $Ra \leq 0,2 \mu\text{m}$ dla powierzchni zewnętrznych błyszczących,
- $Ra \leq 0,63 \mu\text{m}$ dla powierzchni zewnętrznych matowych,
- $Ra \leq 2,5 \mu\text{m}$ dla powierzchni zamka, rowków na rękojeściach, nacięć na szczękach,

Badanie chropowatości powierzchni wykazało, iż na powierzchniach zewnętrznych błyszczących chropowatość wynosiła $Ra=0,13\mu\text{m}$, z kolei na powierzchni zamka chropowatość wynosiła $Ra = 1,77\mu\text{m}$. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, iż chropowatość powierzchni mieściła się w granicach zawartych przez normę – tab.2.

Badanie odporności na korozję przeprowadzono metodą kropelkową. Badanie wykazało iż, kleszcze ekstrakcyjne są odporne na korozję. W miejscu, na którym zostały naniesione krople roztworu korozyjnego nie stwierdzono występowania wżerów.

Podsumowując, można stwierdzić, że narzędzie pod względem składu chemicznego, struktury, własności mechanicznych i odporności korozyjnej nie budzi zastrzeżeń. Jedyne zastrzeżenia budzi jakości powierzchni, takie wykruszenia i zarysowania jednoznacznie wskazują na nieprawidłowe jego użytkowanie.

LITERATURA

- [1] Paszenda Z., Tyrlik-Held J.: Instrumentarium chirurgiczne. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002
- [2] Bielecki K. (red.): Narzędzia, protezy i szwy chirurgiczne. Wydawnictwo Severus, Warszawa 1995.
- [3] Tighe S.: Instrumentation for the operating room: a photographic manual. Elsevier Health Sciences, 2003.
- [4] Norma PN-EN ISO 9173-1:2006 Stomatologia. Kleszcze ekstrakcyjne. Część 1: Wymagania ogólne
- [5] Marciniak J., Kaczmarek M., Ziębowicz A.: Biomateriały w stomatologii. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008
- [6] Świczko-Żurek B, Instrukcja: „Dobór gatunku stali i zespołu własności mechanicznych na wytypowane narzędzia chirurgiczne”, Gdańsk 2009
- [7] Wilson D.A., Narzędzia chirurgiczne – rozdział 2
- [8] Niedoskonali, Nożyce do kości dźwigniowe proste typu Liston, Białystok 2015
- [9] Kemon A, Guzińska-Ustymowicz K., Technika sekcyjna – Skrypt, Akademia Medyczna w Białymstoku Zakład Patomorfologii Ogólnej, Białystok 2007
- [10] Kirkup J. R, The history and evolution of surgical instruments, Annals of The Royal College of Surgeons of England, 1981 vol. 63.
- [11] PN-EN 10088-1:2005: Gatunki stali odpornych na korozję
- [12] BN-71-5913-13:1973: Narzędzia medyczne: Kleszczyki naczyniowe typ Kocher
- [13] PN-88-Z-54030:1988: Narzędzia medyczne, narzędzia zaciskające z zapadkami: ogólne wymagania i metody badań
- [14] PN-89-Z-54032:1989: Narzędzia medyczne: Kleszczyki naczyniowe: wymagania i badania
- [15] <http://www.quirumed.com/pl/> (z dnia 12.11.2018r)
- [16] <http://sklep.arnomed.pl/> (z dnia 12.11.2018r)
- [17] <http://www.narzedziachirurgiczne.pl/> (z dnia 12.11.2018r)
- [18] Katalog firmy Chifa
- [19] <http://www.medimix.pl/narzedzia>
- [20] <http://www.code-pl.eu/index.php?s=34>
- [21] Tudorek-Sobocińska G., Nieckula P., Wprowadzenie do chirurgii stomatologicznej – materiały do ćwiczeń, Warszawski Uniwersytet Medyczny
- [22] Katalog firmy DenTech
- [23] Katalog firmy Ethicon – Igły chirurgiczne

QUALITY TESTS FOR FORCEPS EXTRACTION USED IN DENTISTRY

Abstract: The aim of the research was to assess the quality of extraction forceps used in dentistry in accordance with the PN-EN ISO 9173-1: 2006 standard. As part of the research, microscopic metallographic examinations, hardness measurements, macroscopic observations of the surface, surface roughness measurements and corrosion resistance of the analyzed tool were carried out. We qualify the extracted extraction tines for tools that do not meet specific recommendations because they did not achieve a positive result in one of the mentioned tests. On the basis of macroscopic observations, a different number of cracks, dents and cracks were found.