

Obsydian i szkło w chirurgii

OLGA NACHYŁA

KONSULTACJA MEDYCZNA: DR N. MED. JACEK GULCZYŃSKI

SŁOWA KLUCZOWE

medycyna, skalpel, ostrze, obsydian, szkło, chirurgia

Chirurgia to temat tak rozległy i skomplikowany jak ludzkie ciało. Specjalizacje są coraz węższe, narzędzia coraz bardziej precyzyjne, historia coraz dłuższa. Największy postęp dokonał się w niej w ciągu ostatnich 100–150 lat, co nie zmienia faktu, że o wiele, wiele wcześniej ludzie badali ciała i sięgali po sposoby równie niebezpieczne co ostateczne, żeby pozbyć się bólu lub przynajmniej go zmniejszyć, usunąć zmianę skórą (np. narośl), czy oczyścić ropiejącą ranę. Do tych celów starano się znaleźć możliwie najostriejsze narzędzie. Zanim doszliśmy do ostrzy stalowych, doskonale sprawdzały się naturalne surowce... przede wszystkim obsydian.

POWRÓT DO PRZESZŁOŚCI

W pierwszej dekadzie XXI w. we Francji^[1] [1] archeolodzy natrafili na czaszki noszące ślady zabiegów podobnych do tego, co dziś znamy pod nazwą trepanacji, w Turcji^[2] [2] również na obsydianowe ostrza, których kształt i rozmiar wskazywały na przeznaczenie do wyjątkowo precyzyjnych zastosowań.

Chociaż w tamtych odległych czasach chirurgia taka, jak ją

rozumiemy dzisiaj, nie istniała, to już wtedy nasi przodkowie z epoki paleolitu używali narzędzi, które przygotowywali z wielką dokładnością i pieczołowitością, tak jak to robimy teraz.

W czasach neolitu, ale również dużo później, trepanacja była uważana za lekarstwo na wszystko – od padaczki po migreny. [3] Ale chociaż wciąż istnieją różne przypuszczenia na temat prawdziwych przyczyn opracowania i stosowania tej procedury, to już wiadomo, że narzędzia używane do jej wykonywania były wytwarzane z jednej z najostriejszych substancji występujących w naturze – z obsydianu.

W starożytnym Egipcie nacięcia w czasie procedury balsamowania zwłok wykonywano za pomocą skalpeli z zaostrego szkła wulkanicznego. Z kolebki kultury europejskiej, czyli ze starożytnej Grecji, pochodzą pisma medyczne wskazujące, że ok. 500 r. p.n.e. powszechnie używano narzędzi identycznych jak dzisiejsze skalpele.

Techniki i narzędzia różniły się w zależności od części świata i kultury. Trepanacje we wczesnym Peru wykonywano ceremonialnym obsydianowym nożem, zwanym *tumi*, który służył do przecinania kości. Ale też w tej i innych kulturach mezoamerykańskich, tzw. „smocze szkło” używane było zarówno jako narzędzie, jak i „medykament” leczący rany lub pomagający przejść do innego świata³. Na wyspach południowego Pacyfiku czasami używano zaostzonych muszli; w Europie królowały krzemień i obsydian. [5]

OBSYDIAN

Obsydian to twardy, lecz kruchy surowiec, niezwykle trudny w obróbce, jednocześnie stanowiący materiał o szczególnie bogatej wartości symbolicznej, praktycznej, religijnej i rytualnej⁴. To rodzaj szkła wulkanicznego, które pozwala na wytworzenie krawędzi znacznie cieńszej, gładziej i ostrzejszej niż stalowa. Jest idealny do zastosowań wymagających wyjątkowo dokładnego cięcia lub takich, w których nie jest tolerowane nawet krótkotrwałe zetknięcie z metalem.

Od czasów starożytnych obsydian był używany do wytwarzania narzędzi, ale także w wielu innych celach. Ta magmowa skała jest bogata w krzemionkę i ma niską zawartość wody. Zwykle wydaje się ciemny i błyszczący, często jest pokryty jaśniejszą warstwą zewnętrzną, czasem bardziej brązową, matową i szorstką. Jego obróbka polega głównie na odfekawaniu niewielkich kawałków przez opukiwanie, aż do uzyskania pożądanej wielkości i kształtu (dalsza

1. *Cultural Encyclopedia of the Body*, red. Victoria Pitts-Taylor, 2008, vol. 2, str. 491.

2. We wczesnej osadzie z epoki brązu, zwanej İkiztepe, w prowincji Samsun nad Morzem Czarnym w Turcji, prof. Önder Bilgi odkrył w 2010 r. czaszki noszące ślady zabiegów oraz obsydianowe skalpele, datowane na ok. 2000 r. p.n.e. (<https://www.newscientist.com/article/mg20727750-200-scalpels-and-skulls-point-to-bronze-age-brain-surgery/>).

3. Francuski antropolog Jacques Soustelle podsumowując starożytną tradycję aztecką w swoim dziele *Życie codzienne Azteków* wspominał m.in., że nakładali oni drobno zmielony obsydian na rany. Ponadto w wielu źródłach wspominane są rytualne napoje alkoholowe opisywane czasem jako „napoje krojące”, składające się z soku z agawy oraz ziół lub korzeni o silnych właściwościach halucynogennych. Były podawane ofiarom z użyciem lub w kontakcie z obsydianowymi przedmiotami rytualnymi, jako przygotowanie i pomoc w przejściu do krainy bóstw. Sam napój nie zawierał obsydianu, często jednak zanurzano lub polewano nim obsydianowy sztylet lub inne rytualne rekwizyty wykonane z tego materiału. [4]

4. Jego odpowiednikiem w naszym kręgu kulturowym jest krzemień. Łatwo znajdziemy go w Biblii, która podaje, że Jozue sporządził „krzemienne noże” do obrzezania synów Izraela w Gibeat-Haaralot (Joz 5, 2–4), ale też w wynikach badań archeologicznych (m.in. prof. Jerzy Libera i dr Barbara Bargieł, *Zespoły grobowe z krzemieniami pioszczami w Małopolsce i na Wołyniu*).



Fot. 1. Fragment obsydianu przed obróbką, źródło: pixabay.

obróbka polegała na szlifowaniu, które dziś wykonuje się za pomocą tarcz szlifierskich i proszków polerskich, dawniej stosowano m.in. naturalne surowce, jak np. piasek i popiół). Sugeruje się również, że łupanie/pukanie obsydianowych narzędzi w niektórych kulturach mogło być częścią załotów, w czasie których sprawni *knappe-rzy* („pukacze”) robili wrażenie na potencjalnych partnerkach swoimi umiejętnościami. Korzystając z tych technik obróbki ludzie byli w stanie wytwarzać przedmioty podobne współczesnym (noże i sztylety, zwierciadła, etc.).



Fot. 2. Obsydianowe ostrze, Metropolitan Museum of Art, Nowy Jork, domena otwarta.

Konchoidalne⁵ pęknięcie obsydianu powoduje, że rozpada się on na kawałki o zakrzywionych powierzchniach i prowadzi do tworzenia fragmentów o bardzo ostrych krawędziach. To właśnie one prawdopodobnie skłoniły ludzi do pierwszego użycia wulkanicznego szkła. Jego szczególna użyteczność wynikająca właśnie z ostrości była i jest powodem, dla którego narzędzia wykonane z niego wciąż są na rynku, są badane i używane w XXI w. Krawędź obsydianowego łupka może być wielokrotnie cieńsza niż nawet najlepszy stalowy skalpel. Wiedząc, że średnia grubość ostrza żyłki w maszynie do golenia wynosi od 30 do 60 nm, 3 nm ostrza obsydianowego robi duże wrażenie i daje pojęcie jak bardzo precyzyjne nacięcia można nim wykonać. Ze względu na tę właśnie wyjątkową ostrość, niektórzy współcześni chirurdzy preferują używanie obsydianowych narzędzi, zwłaszcza w chirurgii plastycznej i precyzyjnej.

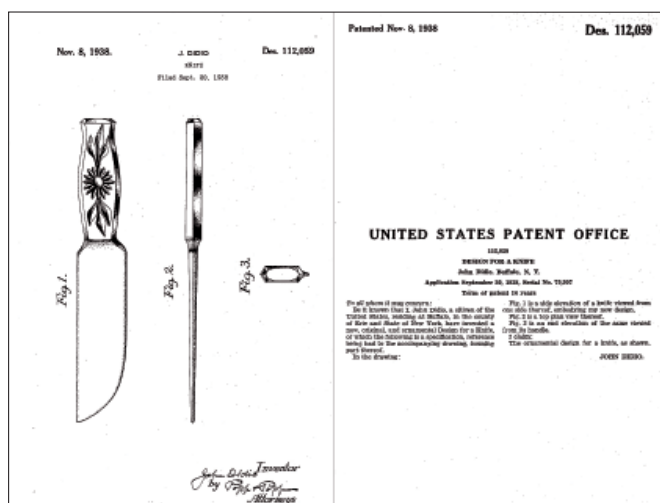
SZKLANE OSTRZA

Szklane noże były używane w starożytności ze względu na ich naturalną ostrość i łatwość produkcji. Niewiele jest danych dotyczących wykorzystywania szkła wytwarzanego przez człowieka, a używanego w celach medycznych w XIX w. lub wcześniej. Chwilową popularnością w pierwszej połowie XX w. cieszyły się produkowane na podstawie patentu amerykańskiego z 1938 r. o numerze PAT.D.112059 należącego do Johna Dido z Buffalo, szklane noże Dur-X (również ze szkła uranowego) do owoców i deserów.



Fot. 3. Szklane ostrza chirurgiczne, Góry McDonnells, Australia, ok. 1900 r., Muzeum Uniwersyteckie w Oksfordzie, fot. O. Nachyła.

Stosowanie ich w gospodarstwach domowych miało wielokrotnie uzasadnienie, w znacznej mierze związane z jakością metali i ich stopów, wykorzystywanych w tamtym czasie do produkcji sztuców stołowych. Zanim sztuce ze stali nierdzewnej stały się tańsze i łatwiej dostępne, szklane były używane do krojenia owoców cytrusowych, pomidorów, serwowania i jedzenia kwaśnych potraw, których smak mógł się zmienić w zetknięciu z nie zawsze odpowiednio jakościowo przygotowanymi nożami stalowymi, a kwasy lub barwniki owocowe i warzywno pozostawiały na nich nieestetyczne przebarwienia.



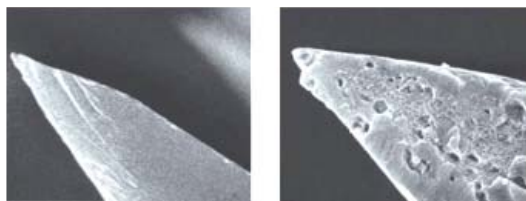
Fot. 4. Patent amerykański na wyrób noży szklanych Dur-X, PAT.D.112059 Johna Dido, źródło: patents.google.com, domena otwarta.

Noże szklane do zastosowań domowych można wytwarzać hutniczo ręcznie. Dziś już się raczej nimi nie posługujemy, za to szklane ostrza znalazły zastosowanie w badaniach laboratoryjnych. W tym przypadku w większości laboratoriów do ich wytwarzania i aby zapewnić powtarzalność wyników na poziomie elektronowym, stosowane są specjalne maszyny typu LKB 7800 Knifemaker czy Leica EM KMR3⁶. Obróbkę szkła, zwykle hartowanego, zaczyna się od pasków płaskiego szkła o grubości 6,4 mm i szerokości 2,5 cm, które są cięte na kwadraty o boku długości 2,5 cm. Kwadrat szklany jest następnie nacinany po przekątnej za pomocą tarczy, aby zaznaczyć miejsce złamania. Ta technika zapewnia wytworzenie dwóch krawędzi tnących noża, po jednej na każdym z dwóch powstałych trójkątów. Im lepsze jest wyrównanie złamania względem przekątnej, tym lepsza krawędź skrawająca. [6]

5. Przypominające muszle.

NOWOCZESNE BADANIA, MEDYCYNĄ I CHIRURGIA

Nawet dzisiaj niewielka liczba chirurgów używa starożytnej technologii do wykonywania precyzyjnych nacięć, które, jak mówią, leczą się przy minimalnym bliznowaceniu. Czarne szkło wulkaniczne jest wielokrotnie ostrzejsze i znacznie gładkie niż skalpele ze stali nierdzewnej.



Fot. 5. Zdjęcia mikroskopowe ostrza obsydianowego (L) i ostrza stalowego (P), źródło: <http://awesci.com/stone-age-technology-best-blades/>, domena otwarta, dostęp: 12.05.2020.

Jak piszą we wstępie do swojego artykułu pt. *Porównanie gojenia ran skalpela obsydianowego i chirurgicznego ze stali chirurgicznej u szczurów*, jego autorzy J.J. Disa, J. Vossoughi i N.H. Goldberg:

Istnieje kilka niepotwierdzonych artykułów klinicznych o gojeniu się ran i przewodzie blizn [powstałych] przy użyciu skalpeli obsydianowych (ze szkła wulkanicznego). W celu ustalenia czy nacięcia skóry wykonane za pomocą obsydianu były lepsze od nacięć wykonanych standardową stalą chirurgiczną, wytrzymałość na rozciąganie rany, szerokość blizny i histologię oceniono u 40 dorosłych samców szczurów Sprague-Dawley. Każdy szczur otrzymał dwa równoległe 8-centymetrowe nacięcia skóry grzbietowej, jedno skalpelem obsydianowym, a drugie skalpelem ze stali chirurgicznej (ostrze nr 15). Dane zostały przeanalizowane przez ANOVA. Wytrzymałość na rozciąganie dwóch rodzajów ran nie była różna po 7, 14, 21 i 42 dniach. Szerokość blizn była jednak znacznie mniejsza w ranach po skalpelach obsydianowych po 7, 10 i 14 dniach ($p < 0,005$). Po 21 dniach szerokość blizn nie była różna w obu grupach. Po 42 dniach wszystkie rany były ledwo wykrywalne, co wyklucza analizę szerokości blizny. Losowy przegląd histologiczny sugerował, że obsydianowe rany zawierały mniej komórek zapalnych i mniej tkanki ziarninowej po 7 dniach. [7]

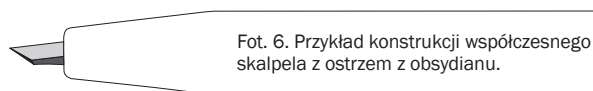
Jednym z entuzjastów obsydianowych skalpeli jest dr Lee Green z Wydziału Medycyny Rodzinnej na Uniwersytecie w Albercie, który w swojej praktyce często używa obsydianowych ostrzy^{7 8}. Według niego obsydian, który charakteryzuje się gładką i ciągłą krawędzią ostrza (podczas gdy zwykłe stalowe narzędzia mają szorstką krawędź na poziomie mikroskopowym i rozrywają tkankę) sprawia, że proces gojenia jest krótszy, a blizna jest mniejsza. Oczywiście stosowanie obsydianu w medycynie nie jest wskazane w każdej procedurze i dla każdego chirurga. Natomiast mogą one być wyjściem w przypadkach pacjentów uczulonych na materiały używane współcześnie w produkcji większości narzędzi chirurgicznych (takie jak stal) oraz w przypadkach, gdy konieczne jest wyjątkowo precyzyjne cięcie.

Green używa obsydianowych noży do zabiegów w obszarach wrażliwych kosmetycznie, m.in. do usuwania pieprzyków i naprawy płatków usznych. Każdy nóż może być używany od 10 do 20 razy, zanim straci swoje właściwości, będąc pomiędzy zabiegami sterylizowanym w zimnym roztworze przeznaczonym do tego celu (wysoka temperatura i ciśnienie w autoklawie powoduje kruszenie

obsydianu, jest więc w tym przypadku wykluczone jako procedura sterylizacyjna).

WIĘC DLACZEGO NIE...?

Nowoczesne szklane noże były wybierane do przygotowywania ultracienkich przekrojów wymaganych w badaniach z użyciem mikroskopii elektronowej. Ich przewagą było to, że mogą być wytwarzane ręcznie i dodatkowo fakt, że są ostrzejsze niż ostrza metalowe, w przypadku których struktura materiału uniemożliwia uzyskanie ciągłej, gładkiej i ostrej krawędzi. Pojawienie się noży diamentowych, które utrzymują ostrość krawędzi znacznie dłużej i lepiej radzą sobie z cięciem twardych materiałów, sprawiło, że noże szklane w zastosowaniach medycznych zeszły na dalszy plan. Jednak niektóre laboratoria nadal je stosują, ponieważ są znacznie tańsze niż ich diamentowe odpowiedniki. Powszechną praktyką jest użycie noża szklanego do wycięcia bloku zawierającego próbkę, która ma być badana. Następnie, do przeprowadzenia kluczowego cięcia, jest on zastępowany ostrzem diamentowym, dzięki czemu wydłuża się żywotność tego ostatniego, używanego tylko wtedy, gdy jego doskonała wydajność jest niezbędna.



Fot. 6. Przykład konstrukcji współczesnego skalpela z ostrzem z obsydianu.

Fine Science Tools to niemiecki producent obsydianowych skalpeli [8], które można stosować w sytuacjach, gdy pacjent ma alergię na stal lub metal. I choć cena jest zachęcająca (99 € za skalpel obsydianowy w stosunku do 712,50 € za skalpel diamentowy), to z powodu niewielkiej liczby przeprowadzonych i opublikowanych badań dotyczących przydatności i użytkowania obsydianowych skalpeli, nie są one zbyt popularne w środowisku lekarskim.

Ponadto mają kilka kluczowych wad, m.in. z powodu wyjątkowej kruchości i podatności na pękanie w wielu krajach nie są zatwierdzone przez stosowne urzędy dopuszczające do użytku instrumenty medyczne; ich używanie obarczone jest wysokim ryzykiem i wymagałoby prowadzenia specjalnych szkoleń dla lekarzy chcących z nich korzystać.

Jedynym celem użycia skalpela jest cięcie. Cała jego użyteczność wynika z możliwości cięcia, jednak z nią również wiążą się potencjalne szkody (np. wskazywaną przez niektórych chirurgów konieczność zachowania szczególnej ostrożności, oraz możliwe trudności w wycuciu rzeczywistej głębokości wejścia ostrza w tkankę, itp.). Spośród różnych cech obsydianowego skalpela, prawdopodobnie tylko ostrość waży tu na jego korzyść. Za cenę supergładkiej i superostrej krawędzi trzeba jednak pogodzić się z kruchością i dużo wyższymi niż w przypadku skalpeli stalowych, kosztami produkcji (opakowanie stalowych ostrzy do skalpeli kosztuje od kilku do kilkunastu euro), ponieważ obsydian jest obecnie surowcem niszowym, bez znaczącego udziału w rynku. Innym powodem wymienianym przez lekarzy dyskutujących o użyteczności obsydianowych skalpeli na forach [10], jest przyzwyczajenie i to, co nazywają „wystarczająco dobrym cięciem”, czyli cięcie wykonane skalpelem jest tylko początkiem operacji lub zabiegu, w przypadku głębszych ingerencji bardziej znaczące są cięcia wykonywane innymi narzędziami.

W służbie zdrowia, podobnie jak w większości innych branż, wprowadzenie nowego produktu jest drogie i wymaga dużego wysiłku. Kwestie, które odgrywają tu największą rolę to: nowy produkt jest albo o wiele tańszy, bardziej opłacalny niż obecnie używany a daje porównywalny efekt końcowy, lub też mimo porównywalnego

6. <https://www.leica-microsystems.com/science-lab/brief-introduction-to-glass-knifemaking-for-electron-and-light-microscope-applications/>

7. http://www.ur.umich.edu/9798/Sep10_97/surgery.htm

8. <https://edition.cnn.com/2015/04/02/health/surgery-scalpels-obsidian/index.html>



Fot. 7. Fragment dekoracyjnej płyty architektonicznej, I w. n.e., Rzym, Metropolitan Museum of Art., Nowy Jork, domena otwarta.



Fot. 8. Złota szpilka do włosów z obsydianową główką, V w. n.e., Rzym, Metropolitan Museum of Art., Nowy Jork, domena otwarta.

kosztu, gwarantuje znacznie lepsze wyniki albo wpływa znacząco na polepszenie doświadczeń użytkownika.

Zastąpienie stalowego skalpela kolejnym, równie ostrym to bardzo niewielki koszt i nie ma on porównania nawet z 10–20 zabiegami wykonanymi skalpelem obsydianowym, a zatem nie jest to znacząca zachęta do innowacji i zmiany przyzwyczajeń, czy dodatkowych szkoleń. Biorąc zaś pod uwagę kwestię lepszych wyników, to porównanie gojenia ran po cięciach wykonanych skalpelem obsydianowym i stalowym u szczurów dowiodło, że w punkcie końcowym badania nie zaobserwowano różnicy.

Dziś ostrza skalpeli są zwykle wykonane ze stali hartowanej i utwardzanej, nierdzewnej lub wysokowęglowej, ale noże tytanowe, ceramiczne, diamentowe, a nawet obsydianowe nie są rzadkością. Na przykład podczas wykonywania operacji pod kontrolą MRI stalowe narzędzia są bezużyteczne (ostrza zostaną przyciągnięte do magnesów lub mogą powodować zniekształcenia obrazu) i tu m.in. znajdują zastosowanie ostrza z materiałów alternatywnych. Ostrza skalpeli są również oferowane przez wybranych producentów z krawędzią pokrytą azotkiem cyrkonu w celu poprawy ostrości i zachowania krawędzi oraz pokryte powłoką polimerową, aby zwiększyć smarowność podczas cięcia.

INNE ZASTOSOWANIA OBSYDIANU

Obsydian jest trudny w obróbce, jednak jego specyficzne właściwości sprawiły, że pojawia się w różnych kulturach w różnym charakterze, m.in. jako narzędzia tnące i części broni, lustra, biżuteria i amulety, maski, małe rzeźby i figurki oraz ich elementy, dekory i panele architektoniczne, dekory mebli, naczynia.

SZKŁO I OBSYDIAN W POPKULTURZE

Obsydian pojawia się w wielu książkach i grach, których akcja dzieje się w rzeczywistościach fantastycznych z domieszką magii. Użycie go przez autorów w takich kontekstach to pokłosie dawnych wierzeń i próba kompilacji ze współczesną wiedzą i potrzebami, w których metal traci na znaczeniu.

- Dmitri „Raven” Ravinoff, *Snow Crash* – szklane noże są bronią, ponieważ są niewykrywalne przez systemy bezpieczeństwa. Jak określono w książce: są cienkie na krawędziach i wystarczająco ostre, aby przebić kamizelki kuloodporne.
- Larry Niven, *What Good is a Glass Dagger* – tytułowa broń w opowiadaniu.
- Brandon Sanderson, *Mistborn* – szklane noże są bronią wybieraną przez większość Mistborn, ze względu na brak metalu,



Fot. 9. Słój z pokrywką w kształcie królewskiej głowy kobiety, ok. 1349–1336 r. p.n.e. lub wkrótce potem, Metropolitan Museum of Art., Nowy Jork, domena otwarta.

który inni Allomanci byłiby w stanie popchnąć lub pociągnąć.

- serii gier wideo *The Elder Scrolls* – broń ze szkła jest przedstawiona w kolorze zielonym, półprzezroczystym i zazwyczaj stanowi wyposażenie końcowe, mające wyższe statystyki niż większość broni. Istnieje również szklany pancerz, który jest lekkim pancerzem w końcowej fazie gry.
- Saga *Pieśń lodu i ognia* George’a R.R. Martina i powstały na jej podstawie popularny serial HBO *Gra o Tron* – obsydian zwany „smoczym szkłem” przewija się w otoczeniu bohaterów. Wykonane z niego ostrza należą do niewielu rzeczy, które mogą zabić główną postać, Białego Wędrowca.
- Andrzej Sapkowski, *Wiedźmin* – czarodziejka Yennefer nosi obsydianowo-brylantowy naszyjnik.
- Komputerowa gra survivalowa *Minecraft* – obsydian jest cennym budulcem.

Olga Nachyla

Sekretarz Redakcji SiC,
dziennikarka.
email: olga.nachyla@gmail.com

Jacek Gulczyński

Doktor nauk medycznych,
patomorfolog, Zakład Patologii
i Neuropatologii, Gdański
Uniwersytet Medyczny.
email: jgulczynski@gumed.edu.pl

LITERATURA

- [1] https://books.google.co.uk/books?id=66u24WY0_YC&pg=PA7&lpg=PA7&dq=Cultural+Encyclopedia+of+the+Body,+red.+Victoria+Pitts-Taylor&source=bl&ots=sAo63umfUy&sig=ACfU3U2LQqTLrIguVpFHvpGYVakJKg5oMQ&hl=pl&sa=X&ved=2ahUKEwjep4ztik8_pAhWBQRUIHZKSBC4Q6AEwBHoECAKQAQ#v=onepage&q=obsidian&f=false – *Cultural Encyclopedia of the Body*, red. Victoria Pitts-Taylor, 2008, vol. 2, str. 491
- [2] <https://www.discovermagazine.com/planet-earth/bronze-age-brain-surgeon-volcanic-glass-scalpel-please>
- [3] Prof. James Lance, *Migraine and Other Headaches*, 1999
- [4] <https://www.mexicolore.co.uk/aztecs/health/what-was-obsidian-medicine>
- [5] <https://books.google.co.uk/s?hl=pl&lr=&id=1HhODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=history+of+surgery&ots=ObFNa3dwK5&sig=TKucCxJd5AKZUIGNWEF7rQFdvQ#v=onepage&q=obsidian&f=false> – *The Illustrated History of Surgery*, pod red. Roy Calne, 2014
- [6] <https://www.leica-microsystems.com/science-lab/brief-introduction-to-glass-knifemaking-for-electron-and-light-microscope-applications/>
- [7] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8415970>
- [8] <https://www.finescience.de/en-GB/Products/Scalpels-Blades/Micro-Knives/Obsidian-Scalpels>
- [9] <https://surgicaltools.co.uk/catalogue/blades-knives/scalpels-blades-knives/10110-03-obsidian-stone-age-scalpel-large/>
- [10] <https://www.quora.com/Why-dont-more-surgeons-use-obsidian-scalpels>