

SZKIEŁKO I OKO

Mariusz Kurkowski

Podróż do wnętrza ciała i możliwość poznania dogłębnie jego struktur rozpałała wyobraźnię badaczy od wieków. W artykule przedstawiono krótki rys historyczny rozwoju narzędzi endoskopowych, a także omówiono rolę kamery endoskopowej pracującej w skali mezo w poszerzaniu wiedzy na temat macierzy pozakomórkowej.

Endoskop powstał na początku XIX wieku. Historia tego – dziś można by powiedzieć „prostego” – narzędzia oddaje charakter zawsze towarzyszącej człowiekowi ciekawości spojrzenia w głąb, by poznać sekrety natury. Szkła optyczne znane są od XI wieku, jednak długo nie były na tyle precyzyjne, aby oglądanie przez nie czegoś więcej niż linijki lub dwóch tekstu miało sens. Motorem napędowym rozwoju stała się chęć dokładnego obejrzenia bakterii na szalce Petriego. I mimo wcześniejszych prób dopiero w 1683 r. holenderski naukowiec Antoni van Leeuwenhoek wymyślił szkło mikroskopu, które na to pozwoliło [1].

Według starożytnej myśli Hipokratesa, który był zagrałym adwokatem technik o minimalnej inwazyjności, szu-

kano metod obserwacji wnętrza ciała bez konieczności otwierania jego powłok skórnych. W 1805 r. włosko-niemiecki lekarz Phillip Bozzini, kontynuujący idee wcześniejszych mu badaczy, takich jak Conradi, stworzył urządzenie przewodzące światło, które nazwał Lichtleiter i dzięki temu został ojcem endoskopii [2].

Pomimo wielu małych, doskonalących kroków (ciekawym przykładem jest stereoskopowy system stworzony przez irlandzkiego urologa z Dublina Francisca Cruisa), do połowy XX wieku endoscopia była ograniczona możliwościami technologicznymi optyki.

W drugiej połowie XX nastąpił przełomowy krok. Raoul Palmer stał się pierwszym, który nagrał kolorowy film przedstawiający wykonywane przez siebie zabiegi.

Kolejnym był Albert Decker. Nagrania wideo wnętrza ciała zaczynały być popularne, jednak większość endoskopów nadal emitowała zbyt słabe światło lub była wyposażona w zbyt słabą optykę, by nagrywać zabiegi przeprowadzane przez lekarzy wewnątrz ciała. W 1955 r. zespół francuskich ekspertów bronchoskopii (Soulas i Dubois de Montreynaud) był pierwszym, który dokonał zabiegu na drogach oddechowych, był to również pierwszy zabieg transmitowany w telewizji na żywo [4]. Obrazy te na tyle pobudziły masową wyobraźnię, że w 1966 r. w Hollywood powstał inspirowany nimi film „Fantastyczna podróż”, znany dobrze także w Polsce.

Od tamtego momentu upłynęło niemal pół wieku. Endoskop był wielokrotnie modyfikowany i doskonalony. Najważniejszymi krokami w rozwoju tego narzędzia były włókna optyczne i ostatnio fotografia cyfrowa. Mogłoby się wydawać, że już nic więcej nowego nie można dostrzec. Mikroskopy elektronowe potrafią zajrzeć w najodleglejsze zakamarki natury, kamery endoskopowe pomagają w codziennej pracy chirurgów. A wszystko to w duchu Hipokratesa, by iść jak najmniej inwazyjną drogą – bez względu na to, czy są to „proste” aparaty laparoskopowe, czy najnowszej generacji roboty DaVinci [5].

Okazuje się, że jest jeszcze miejsce na niestandardowe wykorzystanie endoskopowej kamery. W pogoni za najdrobniejszymi detalami chyba po macoszemu została

potraktowana skala mezoskopowa. W makro widać całego człowieka, mikro to poziom komórek, natomiast mezo to wszystko to, co jest pomiędzy.

Co ciało człowieka pokazuje nam w takim zbliżeniu? Ponownie francuskie nieszablonowe myślenie dało światu coś wcześniej niewidzianego.

Doktor Jean Claude Guimberteau, jeden z najbardziej cenionych chirurgów dłoni, zastosował kamerę endoskopu właśnie w skali mezo. Za zgodą swoich pacjentów nagrywał wideo dostępnych tkanek w sąsiedztwie miejsca, w którym wykonywano zabieg chirurgiczny. Ku zdziwieniu wszystkich, odkrył tam nieoglądany wcześniej świat pozakomórkowej macierzy. Sieci powiazań włókien kolagenowych, które jednocześnie scalają i rozgraniczają organizm.

Trochę podobnie jak w wspomnianym filmie „Fantastyczna podróż”, w swoich cyfrowych zapisach Guimberteau zabiera widza w podróż. W kilku swoich filmach opisał wpływ blizn na ciało człowieka (z perspektywy tego, co dzieje się w tkance łącznej pod skórą), wskazując, jak dużą rolę odgrywa nawodnienie pozakomórkowej macierzy czy wpływ sztywności na organizm. Doktor Guimberteau jest również autorem książki Architektura żywej powięzi [6], w której w systematyczny sposób przedstawia za pomocą zdjęć i zawartych na DVD wideo kolejne aspekty ciała ludzkiego filmowane wewnątrz żywej osoby.



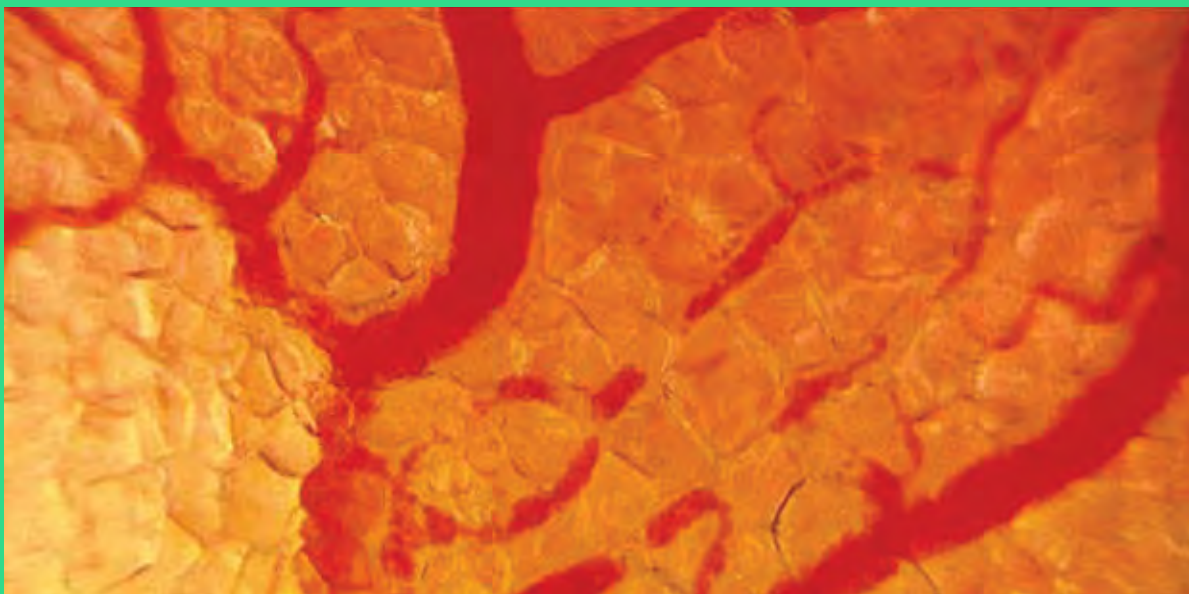
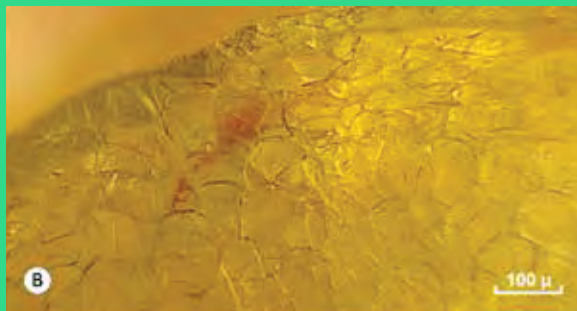
Zdj. 1. Naczynia krwionośne i zgrupowane przy nich komórki

Przedstawiony przez niego świat dość istotnie różni się od obrazów tkanek znanych z zajęć anatomii sekcyjnej. Tu w odróżnieniu do preparatów anatomicznych wszędzie widać ruch, przemieszczające się płyny, zmieniającą się architekturę i tętniące życie. Oglądając wideo włókienek tkanki łącznej wspólnie tworzących mikrowakuole wypełnione substancją podstawową lub zamieszkałe przez komórki, widz zatracza poczucie skali i sam staje się bohaterem „Fantastycznej podróży”.

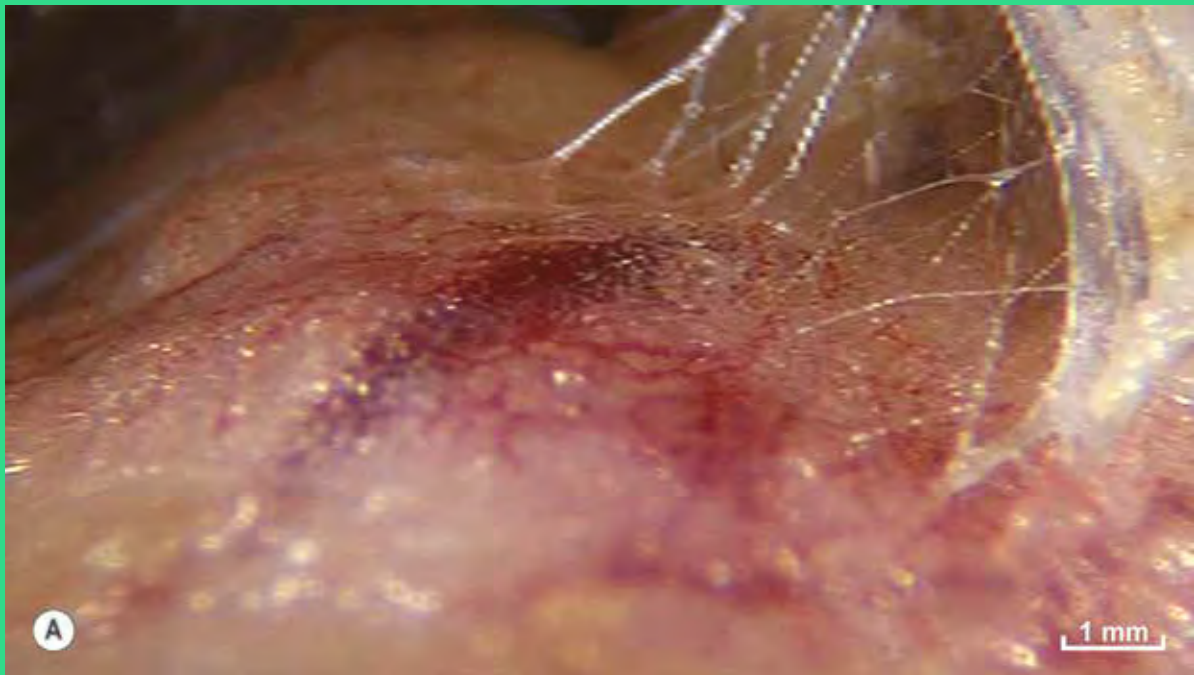
Jednym z najciekawszych, a nieobserwowanych dotąd in vivo aspektów, jest relacja komórek w odniesieniu do otaczającej je macierzy pozakomórkowej.

Komórki wypełniają przestrzeń mikrowakuoli na najróżniejsze sposoby. W zależności od miejsca w ciele i od funkcji, jaką dana okolica spełnia, komórki będą ułożone gęściej bądź w większym rozproszeniu. Również rodzaj komórek, jakie okupują daną lokalizację, będzie zależny od funkcji tego rejonu ciała.

Naczynia krwionośne zapewniają podstawowe wymogi komórek, takie jak tlen czy produkty metaboliczne, oraz w stały i nieprzerwany sposób roznoszą je po organizmie. Nerwy zapewniają przenoszenie informacji. Dystrybucja ta jest podtrzymywana bez względu na rodzaj sił oddziałujących na organizm, niezależnie od wykonywanej przez niego czynności fizycznej. Obieg krwi, nerwy czy naczynia limfatyczne muszą dostosowywać się do fizjologicznego ruchu, jaki wykonuje człowiek, jednocześnie kontynuując bez zakłóceń swoją podstawową funkcję. Kształt sieci naczyń włosowatych jest zadziwiający. Podobnie jak w sieci włókienek tkanki łącznej, tak i tu nie można dostrzec wyraźnego schematu ułożenia czy logiki. Kapilary podążają nieregularną, często sinusoidalną ścieżką. Wszystkie nerwy, tętnice, żyły i naczynia limfatyczne czynią użytek i opierają się na rusztowaniu, jakie stanowi wielowłókienkowa i wielomikrowokauolarna struktura, która wydaje się odpowiedzialna za wzorec ich rozmieszczenia.



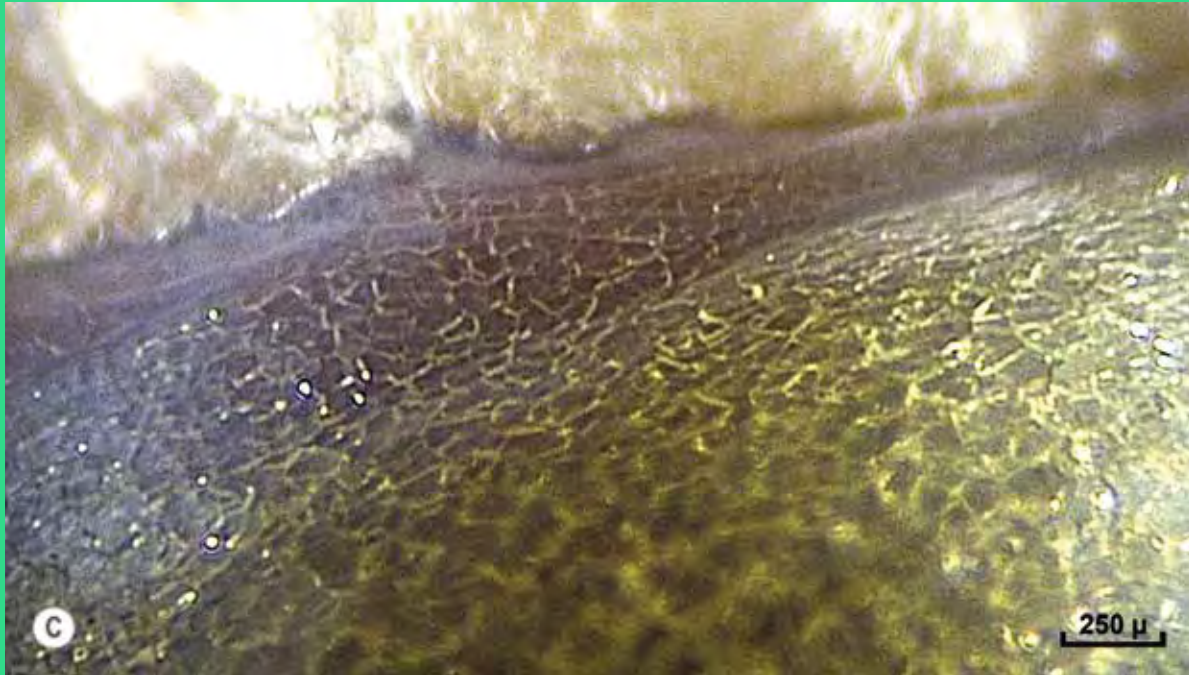
Zdj. 2. Komórki tłuszczowe



Zdj. 3A. Komórki na powierzchni ścięgna



Zdj. 3B. Komórki na powierzchni nerwów



Zdj. 3C. Komórki pokrywające żyły



Zdj. 3D. Komórki pokrywające mięśnie

W obserwacjach dr. Guimberteau komórki przedstawiają różnorodne kształty. Mogą być kwadratowe, okrągłe, owalne albo przypominać prosty wielościan o czterech lub pięciu bokach. Nie są jednakowe, cechuje je szeroka różnorodność kolorów, rozmiarów i rozmieszczenia.

W hipodermie najbardziej widoczne okazują się adipocyty. Można je bez trudu dostrzec także w tkankach dookoła ścięgien; tam, gdzie tkanka jest gęstsza i mniej gęsta, a włókna splecione są luźniej. Komórki tłuszczowe czasami znajdują się na powierzchni ścięgien, nerwów, żył lub mięśni.

Adipocyty zwykle są koloru kanarkowożółtego. Ich wielkość sięga 60–120 mikronów średnicy. Zbijają się wspólnie w gładkie i zaokrąglone zraziki. Część adipocytów ma dobre zaopatrzenie w krew, aczkolwiek w innych okolicach rzadko spotyka się naczynia włoskowate, toteż same adipocyty wyglądają na słabo ukrwione.

Jak widać na podstawie wyników pracy dr. Guimberteau, komórki różnią się między sobą w okolicach między zrazikami tłuszczowymi, a mięśniowymi rozciągami oraz dookoła ścięgien w miejscach ślizgu. Tutaj różnią się wielkością 30-100 mikronów średnicy i są koloru bursztynowożółtego. Czasami zdarzają się jednak bardzo wyblakłe lub wręcz przezroczyste

Również ich grupowanie się jest różnorodne. Odnajduje się je w klastrach o różnych kształtach, dookoła i wzdłuż naczyń krwionośnych. Przypominają kiście winogron lub rybią ikrę. Liczba komórek w każdym klastrze zależy od ich długości. Klastry o długości 2 mm zawierają co najmniej 5 milionów komórek. Wiele z nich (20%) to komórki niedojrzałe. Mogą to być fibroblasty, preadipocyty albo komórki wielofunkcyjne.

Wzdłuż włókien komórki zwykle występują parzyście lub w małych grupach – jak rodziny. Na wideo nagranych przez dr. Guimberteau czasami można zaobserwować grupy komórek zaaranżowanych w kilka warstw, co sprawia wrażenie całkowitego zajęcia powierzchni włókna. Przy innych okazjach grupy komórek jawią się, jakby pochłaniały i połykały włókno. Czasami widać kilka komórek, często jedynie dwie lub trzy, które ułożone są w odstępkach, będąc jakby całkowicie osamotnione, w oddali od głównej grupy komórek. Co tam robią? Czy znajdują się w trakcie przemieszczania w inne miejsce, czy znajdują się tam na stałe?

Również gęstość ułożenia komórek oraz różnorodny stopień niezależności od grupy jest zastanawiający. Przylepność między komórkami nie jest stała. Niekiedy występują one w grupach o silnej międzykomórkowej spójności – wówczas kształty komórek zdają się bardziej kanciaste, przypominają regularniejsze wielokąty. Wyglądają, jakby napierały wzajemnie na siebie. W innych przypadkach międzykomórkowa spójność jest słabsza, co sprawia, że kształt komórek okazuje się bardziej kulisty.

Grupy komórek są całkowicie oplecione i otoczone włóknkami sieci tkanki łącznej. Są one osadzone w rusz-

owaniu, jakie tworzy dookoła sieć włóknienek pozakomórkowej macierzy. Komórkowa spójność i organizacja jest wspomagana, podtrzymywana i prawdopodobnie kształtowana przez splot siatki włóknienek. Komórki są mechanicznie uzależnione od włókien, do których są przy-czepione; najmniejsze pociągnięcie powoduje zmianę ułożenia i pozycji komórki, może nawet powodować zmianę jej kształtu. Ruchomość i giętkość owych grup komórek jest zadziwiająca, jeśli weźmie się pod uwagę kompleksowość ich ułożenia. Fenomen ten jest wyraźnie pokazany na DVD w książce dr. Guimberteau. Stanowi przykład mechanicznej stymulacji i mechanotransdukcji. Konsekwencje tego są niejasne, niemniej cytoszkielet musi być w jakiś sposób poddany owemu działaniu. Z opisów dr. Guimberteau wynika, że silne pociągnięcie za włókienka skutkowało zmniejszeniem średnicy i wydłużeniem komórek. Uwolnienie siły pociągania spowodowało, że komórki powróciły do swojego pierwotnego kształtu i położenia.

Nie jest żartem często wypowiedane przez wielu nauczycieli terapii manualnych stwierdzenie: „gdy dotykamy kogoś, to dotykamy DNA jego komórek”. Połączenia pomiędzy pozakomórkową matrycą a cytoszkieletami komórek, poprzez integryny, zostały dobrze udokumentowane in vitro przez innych badaczy. Mechaniczny wpływ cytoszkieletu na jądro i inne organelle w komórce również został wspaniale zademonstrowany przez uczonych. Obecne badania membrany komórki sugerują ścisłe połączenia między wewnątrz- a zewnątrzkomórkowym środowiskiem. Możliwe jest, że pewna forma mechanicznej stymulacji sieci włóknienek może oddziaływać na komórkową funkcję.

Przyszłe pokolenia anatomów prawdopodobnie usmiechną się, czytając o tych odkryciach. Kiwając głowami, jak my dziś, kiedy wspominamy film „Fantastyczna podróż”. Z pewnością wraz z postępem technologicznym pojawią się nowe fizjologiczne teorie i kolejne pytania.

Wkład dr. Guimberteau w nowoczesne postrzeganie roli macierzy pozakomórkowej jest nieoceniony. Jego koncept mikrowakuoli przybliżył nas o kolejny krok do zrozumienia biomechaniki na miarę XXI wieku.

W kwietniu będzie dość rzadka okazja, by spotkać dr. Guimberteau w Polsce. Jest on gościem współorganizowanej przez „Praktyczną Fizjoterapię” konferencji poświęconej 15-leciu osteopatii w Polsce [7].

Piśmiennictwo:

1. Camran N., Page B. Renaissance, scientific revolution, Age of enlightenment. In: History of Endoscopy. Wetter P.A. (ed.).
2. Camran N., Page B. Bozzini: The beginning of early modern endoscopy. In: History of Endoscopy. Wetter P.A. (ed.).
3. Camran N., Page B. After Desormeaux. In: History of Endoscopy. Wetter P.A. (ed.).
4. Camran N., Page B. 1950'S. In: History of Endoscopy. Wetter P.A. (ed.).
5. www.davincisurgery.com
6. Guimberteau J.C., Armstrong C. Architektura żywej powięzi. S3 Publishing. com, Poznań 2015.
7. www.konferencjaosteopatyczna.pl