

dr n. med. Anna Deda

Katedra Badań Strukturalnych Skóry, Zakład Kosmetologii, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach
Kierownik Katedry: dr hab. n. biol. Krzysztof Jasik
Klinika Medycyny Estetycznej Body Care Clinic w Katowicach

Zastosowanie pilingów chemicznych w redukcji przebarwień

Zmiany pigmentacyjne skóry w postaci przebarwień i odbarwień należą – obok zmarszczek, utraty jędrności skóry oraz rozszerzonych naczyń krwionośnych – do najczęściej występujących defektów estetycznych w obrębie skóry twarzy, szyi, dekoltu oraz przedramion. U wielu osób zmiany barwnikowe zlokalizowane w miejscach odsłoniętych mogą być przyczyną obniżonego nastroju lub niezadowolenia z własnego wyglądu. Ze względu na ich różnorodny charakter oraz głębokość występowania, usuwanie przebarwień niejednokrotnie stanowi wyzwanie dla lekarzy oraz kosmetologów.

Przebarwienia są związane z występowaniem nadmiernej ilości melaniny w naskórku, skórze właściwej lub w obu tych warstwach skóry. W przypadku przebarwień naskórkowych melanina odkłada się głównie w warstwie podstawnej naskórka. Klinicznie przebarwienia naskórkowe są najczęściej jasnobrażowe, charakterystyczne jest wzmocnienie kontrastu zmiany w świetle lampy Wooda^[1-3]. Przebarwienia skórne charakteryzują się występowaniem makrofagów zawierających melanię w pobliżu naczyń krwionośnych w powierzchownych warstwach skóry właściwej^[1]. Ich różnicowanie przy użyciu lampy Wooda jest łatwe – w odróżnieniu do zmian naskórkowych nie występuje wzmocnienie kontrastu koloru^[1-3]. W przebarwieniach mieszanych, skórno-naskórkowych histologicznie melanina znajduje się zarówno w naskórku, jak i skórze właściwej. Wzmocnienie koloru w świetle lampy Wooda występuje tylko na niektórych obszarach skóry, dotkniętej przebarwieniem^[1-3].

Można wyróżnić pięć rodzajów przebarwień, które różnią się między sobą ze względu na mechanizm powstawania. Pierwszy to przebarwienia mechaniczne, które powstają na sku-

tek mechanicznych przewlekłych urazów w miejscach drażnionych. Powodem jest zarówno nadprodukcja melaniny przez podrażnione melanocyty, jak i nietrzymanie barwnika wskutek urazu^[4]. Z kolei przebarwienia ciepłne powstają w miejscach długotrwałego nagrzewania. Przebarwienia tego typu są spowodowane działaniem promieniowania podczerwonego oraz ekspozycją na ciepło. Dochodzi wtedy do powstania rumienia z następującą po nim hiperpigmentacją^[4]. Natomiast przebarwienia słoneczne, podobnie jak opalenizna, powstają pod wpływem promieniowania ultrafioletowego. Przy przewlekłej ekspozycji słonecznej mogą się tworzyć ogniska trwałej hiperpigmentacji, najczęściej umiejscowione na twarzy, dłoniach, przedramionach oraz bocznych częściach szyi i należą do typowych objawów fotostarzenia^[4,5]. Przebarwienia pozapalne powstają natomiast w przebiegu schorzeń przebiegających ze stanem zapalnym, którego rezultatem jest wzrost zawartości wypustek melanosomów w keratynocytach i w warstwie podstawnej naskórka^[5]. Piąty rodzaj przebarwień to hiperpigmentacja chemiczna, która tworzy się m.in. na skutek

reakcji fototoksycznej z udziałem związków fototouczających, np. kumaryn^[4]. Do najczęściej występujących zmian pigmentacyjnych należą: ostuda, plamy soczewicowate oraz piegi^[6].

Piegi są szczególnie często obserwowane u pacjentów z fototypem I i II, zwłaszcza rudowłosych. Najczęściej pojawiają się samoistnie już we wczesnym dzieciństwie, jednak bywają również indukowane zmianami hormonalnymi oraz narażeniem skóry na promieniowanie ultrafioletowe^[7]. Piegi są odgraniczonymi żółto-brązowymi plamkami wielkości kilku milimetrów, które mogą zlewać się ze sobą, tworząc skupiska. Pojawiają się głównie na twarzy, ale mogą występować na wszystkich częściach ciała wystawionych na działanie promieniowania słonecznego. Piegi mogą ulec nasileniu przy nadmiernej ekspozycji na słońce, można również zaobserwować ściemnienie ich barwy po ekspozycji słonecznej^[7-9]. Piegi nie ulegają transformacji nowotworowej, stanowią defekt wyłącznie estetyczny^[8-9].

Ostuda (melasma) to rodzaj przebarwienia występującego na powierzchni skóry narażonej na ekspozycję słoneczną. Termin w dosłownym tłumaczeniu z języka greckiego oznacza „ciemny kolor”. Plamy mają niejednorodny kształt, są dobrze odgraniczone, o ciemnobrunatnym lub żółto-brunatnym zabarwieniu^[1,7]. Ostuda dotyczy głównie kobiet, częściej występuje u osób o fototypie IV do VI^[7]. Na powstawanie ostudy ma wpływ wiele czynników, m.in. narażenie na działanie promieniowania ultrafioletowego, antykon-

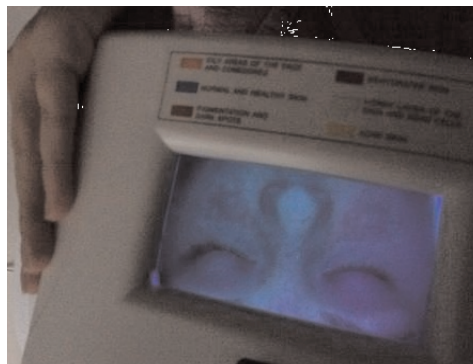
cepcja hormonalna oraz hormonalna terapia zastępcza, zmiany hormonalne w przebiegu ciąży, zaburzenia funkcjonowania tarczycy oraz zażywanie niektórych leków (np. leków fitotoksycznych oraz przeciwdrgawkowych)^[1,10]. Zmiany nasilają się w okresie wiosenno-letnim, bledną natomiast w jesienno-zimowym. Najczęstszym umiejscowieniem plam jest środkowa część czoła, boki twarzy, żuchwa i okolice górnej wargi^[6,7]. Głębokość ostudy jest różnorodna, mogą występować zmiany naskórkowe, skórno-naskórkowe oraz skórne^[1].

Plamy soczewicowate to zmiany płaskie barwy beżowej lub brunatnej. Występują one najczęściej u osób starszych na odsłoniętych partiach skóry. Ich powstawanie uzależnione jest od przewlekłego narażenia skóry na działanie promieniowania UV^[1,7]. Zmiany są najczęściej zlokalizowane na twarzy, dłoniach oraz tylniej powierzchni szyi. Istnieje wiele metod terapii zmian barwnikowych. Do najpopularniejszych należą: stosowanie środków hamujących aktywność tyrozynazy, ograniczających melanogenezę; stosowanie pilingów chemicznych, fizycznych oraz mechanicznych.

Do najczęściej stosowanych środków ograniczających pigmentację należą: hydrochinon, arbutyna, kwas fitowy, kwas kojowy oraz kwas askorbinowy^[1,11,12]. Hydrochinon to jedna z najlepiej znanych substancji wybielających, jest stosowany w postaci kremów i maści w stężeniu 2-4%. Jego działanie polega na hamowaniu aktywności tyro-



Ryc. 1. Pacjentka przed zabiegiem pilingiem z kwasem migdałowym, azelainowym i retinolem.



Ryc. 2. Zmiany pigmentacyjne na policzkach w świetle lampy Wooda.

zynazy^[1,11]. Niektóre badania sugerują również wywieranie degradującego wpływu na melanosomy^[13]. Hydrochinon często bywa łączony w terapii skojarzonej z kwasem glikolowym, retinolem lub kwasem askorbinowym^[1,13,14]. Niestety hydrochinon często wywołuje działanie drażniące, czasem kontaktowe alergiczne zapalenie skóry^[1,11]. Arbutyna jest pochodną hydrochinonu, której działanie polega na uwalnianiu hydrochinonu w skórze. Podobnie jak hydrochinon zatrzymuje aktywność tyrozynazy, ale jednocześnie nie powoduje podrażnień^[11]. Kwas askorbinowy należy także do substancji hamujących aktywność tyrozynazy, nie jest tak skuteczny jak hydrochinon, ale w połączeniu z kwasem glikolowym oraz retinolem przynosi korzystne rezultaty w redukcji przebarwień^[1,13,14]. Kwas kojowy jest metabolitem grzybów z gatunków *Acetobacter*, *Aspergillus* oraz *Penicillium*. Jego działanie polega na hamowaniu tyrozynazy poprzez wiązanie jonów miedzi. Badania wykazują, że skuteczność kwasu kojowego jest podobna do skuteczności hydrochinonu^[1,13]. Kwas azelainowy jest kwasem dikarboksylowym, występującym naturalnie w niektórych zbożach oraz syntetyzowanym przez drożdżaki z rodzaju *Pityrosporum ovale*. Efekt depigmentacyjny kwasu kojowego jest związany z kompetencyjnym hamowaniem tyrozynazy oraz hamowaniem syntezy DNA melanocytów, jak również zmniejszeniem proliferacji melanocytów^[1,13,15]. Pochodne witaminy A ograniczają pigmentację poprzez przyspieszenie proliferacji keratynocytów oraz

zwiększenie tempa złuszczenia naskórka. Powodują również równomierne rozłożenie ziaren melaniny w komórkach. Ponadto retinoidy są zdolne do zmiany ekspresji genów, odpowiedzialnych za proliferację i różnicowanie komórek^[16].

W terapii profesjonalnej przebarwień najczęściej wykorzystuje się działanie skojarzone α -hydroksykwasów oraz środków wybielających. Do najczęściej stosowanych pilingów chemicznych należą kwas glikolowy oraz kwas migdałowy.

Kwas migdałowy jest 8-węglowym kwasem karboksylowym. Badania wykazały działanie rozjaśniające na przebarwienia posłoneczne i pozapalne^[17-19]. Ze względu na niewielkie właściwości drażniące może być stosowany u osób ze skórą wrażliwą. Najczęściej jest wykorzystywany w terapii fotostarzenia – poza redukcją przebarwień poprawia nawilżenie naskórka, a przy długotrwałym stosowaniu obserwuje się również redukcję zmarszczek. Ze względu na swoje właściwości bakterioobójcze oraz seboeregulujące znalazł również zastosowanie w terapii trądziku pospolitego i różowatego. Zabiegi eksfoliacji kwasem migdałowym często łączy się z innymi substancjami, np. kwasem kojowym, fitowym, salicylowym, pirogonowym czy też z zabiegiem mikrodermabrazji^[20]. Stosując zabiegi skojarzone, można osiągnąć szybsze i lepsze rezultaty w walce z hiperpigmentacjami^[18,19]. Szczególnie korzystne w terapii przebarwień jest połączenie kwasu migdałowego z kwasem askorbinowym oraz z nikotynamidem. W badaniach prowadzonych pod kie-



Ryc. 3. Zmiany pigmentacyjne na czole i nosie w świetle lampy Wooda.



Ryc. 4. Widoczna redukcja zmian pigmentacyjnych na twarzy pacjentki.

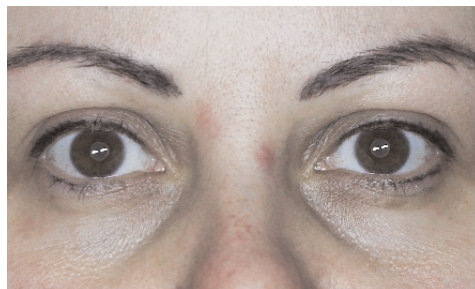
runkiem Grażyny Broniarczyk-Dyły wykazano klinicznie korzystny efekt zastosowania kwasu migdałowego w terapii przebarwień oraz wzrost jego efektywności w połączeniu z kwasem askorbinowym^[17].

W terapii skojarzonej kwasem migdałowym z kwasem azelainowym i retinolem można uzyskać znaczną redukcję przebarwień powierzchownych oraz częściową redukcję przebarwień mieszanych bez silnego podrażnienia naskórka. W tym połączeniu kwas migdałowy oraz retinol powodują przyspieszenie proliferacji komórek naskórka, a kwas azelainowy hamuje aktywność tyrozynazy. Na rycinach 1-4 można zaobserwować rezultat, uzyskany po zastosowaniu tej mieszanki. Rycina 1 przedstawia skórę pacjentki przed zabiegiem – na policzkach oraz w środkowej części czoła widoczna jest melasma, związana z zażywaniem antykoncepcji hormonalnej i jednoczesną nadmierną ekspozycją słoneczną. Ryciny 2 i 3 obrazują zmiany w świetle lampy Wooda. Można zauważyć przebarwienia naskórkowe i skórno-naskórkowe. Rycina 4 przedstawia efekt uzyskany po jednym zabiegu z zastosowaniem 20% kwasu migdałowego, 20% kwasu azelainowego, 5% kwasu fitowego, 5% 4-N-butyl rezorcynolu, 2% kwasu ferulowego jako antyoksydanta oraz maski retinolowej.

Kwas glikolowy należy do α -hydroksykwasów (AHA), naturalnie występuje w trzciny cukrowej. Został wprowadzony jako środek leczniczo-kosmetyczny w latach 70. ubiegłego stulecia. Jest α -hydroksykwasem o najmniejszej masie cząsteczkowej, w związku z czym dobrze penetruje

w głąb naskórka. Kwas glikolowy wykazuje wielokierunkowe działanie – stymuluje fibroblasty, zwiększając syntezę kolagenu, elastyny i glikozaminoglikanów (GAG) oraz wspomaga przepuszczalność naskórka i dynamikę penetracji przez naskórek czynników depigmentacyjnych i witamin^[17]. Jest jednym z najbezpieczniejszych nowoczesnych specyfików używanych w terapii regeneracji skóry i leczeniu hiperpigmentacji^[21]. Kwasy AHA hamują melanogenezę poprzez zakwaszanie, ponieważ synteza melaniny wymaga środowiska zasadowego^[22]. Kwas glikolowy jest jednym z najbardziej skutecznych kwasów rozjaśniających przebarwienia naskórkowe, które najczęściej ustępują całkowicie^[17]. Rozjaśnienie przebarwień jest również związane z przyspieszoną odnową komórek naskórka^[17-19]. Korzystne jest połączenie kwasu glikolowego ze środkami depigmentacyjnymi. W badaniach przeprowadzonych przez prof. Grażynę Broniarczyk-Dylę^[14] wykazano dobre i bardzo dobre rezultaty redukcji przebarwień pozapalnych oraz melasmy po zastosowaniu terapii preparatem złożonym, zawierającym 70% kwas glikolowy, kwas kojowy, ekstrakt z mącznicy lekarskiej (zawierający arbutynę), ekstrakt z morwy białej oraz witaminy A, C i E^[14].

W terapii przebarwień pozapalnych, powstałych w przebiegu trądziku pospolitego, korzystne efekty przynosi również zastosowanie preparatów, łączących silne działanie keratolityczne kwasu salicylowego z działaniem depigmentacyjnym kwasu azelainowego^[23]. Kwas salicylowy w preparatach złożonych zwiększa przeznaskórkowe przenikanie substancji aktywnych, w połączeniu



Ryc. 5. Pacjentka z widocznymi cieniami pod oczami i przebarwieniami na grzbiecie nosa.



Ryc. 6. Widoczna redukcja przebarwień po zastosowaniu omówionej procedury.

z kwasem azelainowym będzie potęgował jego działanie odbarwiające i sebaregulujące.

Zdecydowaną redukcję przebarwień zarówno naskórkowych, jak i mieszanych obserwuje się po zastosowaniu pilingu złożonego *Yellow peel*^[2,4]. *Yellow peel* jest stosowany w Polsce od wielu lat, a w zależności od sposobu wykonania można uzyskać różne efekty złuszczenia – od powierzchownego do głębokiego. W przypadku zmian naskórkowych korzystne efekty daje już wykonanie procedury powierzchownej, w przypadku zmian skórno-naskórkowych zdecydowanie lepsze rezultaty przynosi wykonanie pilingu średnio głębokiego. Piling wykonuje się w trzech etapach, rozpoczynając od obniżenia pH naskórka oraz rozluźnienia połączeń między korneocytami warstwy rogowej poprzez wykonanie pre-peelu przy użyciu 20% kwasu glikolowego. Następnym etapem jest zastosowanie pilingu złożonego z 40% kwasu glikolowego i 10% kwasu salicylowego, jako substancji działających synergistycznie. Kwas salicylowy nasila działanie keratolityczne, ułatwia wnikanie kwasu glikolowego oraz substancji wybielających, stosowanych w trzecim etapie zabiegu – mieszaniny retinolu, kwasu salicylowego, kwasu fitowego, kwasu kojowego, kwasu azelainowego, kwasu askorbinowego oraz bisabololu^[23,24]. Zastosowanie procedury poza redukcją przebarwień powoduje spłycenie drobnych i średnio głębokich zmarszczek, redukcję blizn zanikowych, zahamowanie łojotoku oraz poprawę jędrności skóry. Jest doskonałym rozwiązaniem w przypadku fotostarzenia, przebarwień pozapalnych oraz melasmy^[23,24].

Cosmelan jest preparatem o silnym działaniu depigmentacyjnym. Związkami aktywnymi w preparacie Cosmelan są przede wszystkim związki hamujące działanie tyrozyny (kwas kojowy, kwas fitowy, arbutyna, palmitynian retinolu, kwas askorbinowy)^[1,4]. Nie zawiera on substancji o działaniu keratolitycznym, zwęża rozszerzone pory, reguluje wydzielanie łoju, stymuluje odnowę kolagenu^[23].

Poprawę stanu skóry można zaobserwować już po tygodniu stosowania kuracji. Efekty są za-

leżne od fototypu skóry. W przypadku fototypu III i IV plamy pigmentacyjne ulegają redukcji po 8-10. dniach, a fototypu I i II – zanik plam pigmentacyjnych obserwuje się między 8. a 21. dniem. Po zabiegu pacjenci kontynuują terapię w domu, nakładając 1-3 razy dziennie Cosmelan 2 zgodnie z zaleceniami lekarza lub kosmetologa. Półen efekt zabiegu widoczny jest po miesiącu, ale pielęgnację domową należy kontynuować co najmniej 3 miesiące^[22]. Częstym defektem estetycznym, z którym zgłaszają się pacjenci gabinetów medycyny estetycznej, są tzw. cienie pod oczami. Najczęściej są one związane z hemosyderozą, czyli odkładaniem się żelaza zawartego w białkach w okolicach dolnej powieki oraz oczodołu. Cienie pod oczami mogą być również związane z hiperpigmentacją tej okolicy. Również w tym przypadku można zastosować terapię na bazie pilingów chemicznych. Dobre rezultaty przynosi zastosowanie mieszaniny, zawierającej kwas migdałowy, kwas tioglikolowy (który posiada zdolność chelatowania jonów żelaza), kwas mlekowy (dający efekt rozjaśnienia poprzez rozproszenie w sposób jednorodny melaniny oraz hamowanie tyrozynazy) oraz aminokwas argininę (która w połączeniu z kwasem mlekowym wykazuje właściwości złuszczące i nawilżające bez efektu podrażnienia charakterystycznego dla α -hydroksykwasów). Rezultaty zastosowanej procedury można zobaczyć na rycinie 6.

Niezależnie od użytej metody redukcji przebarwień bardzo istotna jest edukacja pacjenta w aspekcie ochrony przeciwśłonecznej skóry. Aby utrzymać dobry efekt terapeutyczny, skórę należy stale zabezpieczać przed słońcem preparatami promieniochronnymi o szerokim spektrum ochrony zarówno przed promieniowaniem UVA, jak i promieniowaniem UVB (współczynnik SPF minimum 30). Niestety przy braku ochrony przeciwśłonecznej rezultaty uzyskane przy pomocy pilingów chemicznych i środków hamujących tyrozynazę będą krótkotrwałe.

Piśmiennictwo u autora



Komentarz

dr n. med. Ewa Chlebus

Klinika NovaDerm w Warszawie

www.novaderm.pl

W swym artykule Pani dr Anna Deda omówiła bardzo interesująco temat leczenia przebarwień. Leczenie przebarwień jest jednym z największych wyzwań dla lekarza zajmującego się dermatologią estetyczną. Przebarwienia powstają na skórze twarzy w różnych okresach życia. Najczęściej mogą rozpoczynać się na podłożu hormonalnym: w czasie ciąży, menopauzy, przy zaburzeniach hormonalnych lub w czasie stosowania leków antykoncepcyjnych. Często obserwuje się powstawanie przebarwień po stosowaniu leków doustnych lub kosmetyków w czasie słonecznego lata. Produkcję barwnika w skórze pobudzają promienie ultrafioletowe, czyli najczęściej światło słoneczne. W części przypadków nie potrafimy zidentyfikować czynnika wyzwalającego przebarwienia, co sugeruje występowanie specyficznej, własnej zdolności do tworzenia przebarwień. Należy podkreślić, że leczenie przebarwień jest procesem długotrwałym. Aby rozjaśnić przebarwienia o typie naskórkowym, wystarczy 6-12 miesięcy leczenia. Głębiej umiejscowione przebarwienia skórne wymagają znacznie dłuższego okresu leczenia, ok. 2-4 lata. Metodą, która odniosła największy sukces w leczeniu przebarwień, są pilingi chemiczne. Leczenie tą metodą opiera się na chemicznym uszkodzeniu naskórka, co prowadzi do oddzielenia wielu warstw komórek. Preparaty złuszczone uzupełniane są o związki hamujące produkcję melaniny. To wszystko ułatwia i właściwie umożliwia stosowanie leków rozjaśniających. Poza preparatami usuwającymi i ha-

mującymi melaninę, w ostatnich latach mówi się także o roli uszkodzonych włókien kolagenowych w miejscach przebarwień i konieczności leczenia tego procesu. Być może stąd wynika długość leczenia przebarwień która może wynosić nawet kilka lat. Artykuł „Zastosowanie pilingów chemicznych w redukcji przebarwień” wyczerpująco analizuje wiedzę na ten temat. Z własnego doświadczenia myślę, że warto podkreślić sposób, w jaki trzeba przygotować skórę pacjenta do zabiegu. Pilingi chemiczne wymagają wcześniejszego przygotowania. Minimum na dwa tygodnie przed zabiegiem należy stosować krem dopasowany do rodzaju zabiegu, np. z kwasem glikolowym, migdałowym, pirogronowym, retinowym, azelainowym czy pochodnymi hydrochinonu. Jeżeli zamierzamy leczyć przebarwienia, czas stosowania kremu z substancjami odbarwiającymi lub antyoksydacyjnymi powinien być znacznie dłuższy, min. 1 miesiąc, a znacznie lepiej 2 czy 3 miesiące. Po między zabiegami lekarz ustala terapię najczęściej lekami zewnętrznymi, która dodatkowo leczy lub stanowi profilaktykę danego problemu skórno-ego. Zaproponowanie takiego leczenia jest w przypadku przebarwień koniecznością. Z doświadczenia wynika, że powinno się stosować kilka substancji łącznie. Zaleca się terapię, w których obok leków odbarwiających i hamujących produkcję melaniny stosuje się także leki naprawiające włókna kolagenowe. Należy podkreślić wagę ochrony przeciw-słonecznej, która powinna być stosowana w przypadku tych pacjentów przez cały rok.

Wydawca:

Agencja Reklamowa LION-ART Dorota Piech
ul. Staromiejska 2/13, 40-013 Katowice
tel./fax: 32 253-02-88, 32 253-60-89
<http://www.lion-art.com.pl>
e-mail: office@lion-art.com.pl

Redakcja:

Redaktor naczelny: dr n. farm. Sławomir Wilczyński
Redaktorzy: Maria Zagdańska, Hanna Majewska
<http://www.aesthetica.com.pl>
e-mail: redakcja@aesthetica.com.pl

Dyrektor ds. wydawniczych:

Maria Zagdańska – tel. 514 962 496
mariazagdanska@aesthetica.com.pl

Sekretarz redakcji:

Agata Marut-Zaczek – tel. 32 201 60 17
agatamarut@aesthetica.com.pl

Specjalista ds. marketingu:

Joanna Kowalik – tel. 508 494 186
joannakowalik@aesthetica.com.pl

Skład komputerowy i opracowanie reklam:

Sławomir Jedrysiak, Eugeniusz Kotalczyk, Krzysztof Lubos
e-mail: ntp@lion-art.com.pl

Współpraca:

Prof. dr hab. n. med. Waldemar Placek, Dr n. fiz. hab. n. med. Armand Cholewka
Dr hab. n. med. Wioletta Barańska-Rybak, Dr hab. n. med. Karolina Sieroń-Stożny
Dr hab. n. med. Agata Stanek, Dr n. med. Ewa Chlebus
Dr n. med. Kamila Czerska, Dr n. med. Anna Deda
Dr n. med. Małgorzata Kolenda, Dr n. med. Sebastian Kuczyński
Dr n. med. Monika Kuźmińska, Dr n. med. Agata Maciejewska-Radomska
Dr n. med. Małgorzata Mazur, Dr n. med. Monika Paul-Samojedny
Dr n. med. Justyna Sicińska, Dr n. med. Agnieszka Sobczyńska-Tomaszewska
Dr n. med. Katarzyna Wertheim-Tysarowska
Lek. med. Robert Chmielewski, Lek. med. Małgorzata Gaworczyk
Lek. med. Małgorzata Maj, Lek. med. Dorota Mehrholz
Lek. med. Ewa Ring, Mgr Anna Kroma, Mgr Iwona Micek
Inż. Beata Englisz, Lic. Anna Kuczyńska
Elżbieta Lipska (AVCE/BTEC Level 4)

Korekta:

Agnieszka Niewiadomska