


## Czy ja umyłem ręce? Jak skutecznie dezynfekować i po co



**D**yskusję dotyczącą problemu zachowania higieny dłoni należy rozpocząć od zgłębienia tematu układu immunologicznego wraz z opisem jego funkcjonowania. Mimo tego, że istnieją pojedyncze definicje opisujące układ odpornościowy, nazywany immunologicznym, omówienie jego zadań i funkcji jest zbyt skomplikowane, żeby uczynić to w ramach pojedynczej prezentacji, wykładu czy publikacji. Układ odpornościowy składa się z narządów limfatycznych, naczyń chłonnych, komórek uczestniczących we wszelkiego rodzaju reakcjach immunologicznych, jak: limfocyty typu T pomocnicze i cytotoksyczne, limfocyty typu B, hematopoezy, plazmocyty, monocyty, eozynofile, neutrofile, bazofile, makrofagi, ale i przeciwciał czy cytokin [4; 6].

Ze względu na poziom skomplikowania tego problemu w niniejszym tekście posłużono się wieloma przenośniami. W związku z tym, że naukowcy mają tendencję przedstawiać i tak już trudne zagadnienia w niezwykle skomplikowanych, nieintuicyjnych, długich i niestrainnych tekstach, które roją się od określeń takich jak: „główny układ zgodności tkankowej”, „interferon alfa, beta i kappa”, „układ komplementarny” czy „kompleks C4B2A3B” [4], w niniejszym tekście do opisu kilku najważniejszych kwestii posłużono się porównaniami, które mają pobudzić wyobraźnię odbiorcy.

### Układ immunologiczny i jego rola

Dla każdej komórki ciało człowieka jest jak planeta, na której żyje. Oczywiście nie jest ono planetą, a układem rur, będących przelykiem, jelitami, naczyniami krwionośnymi, układem limfatycznym i innymi, które łączą kolejne „osiedla” i „miasta”, czyli tkanki i całe narządy. W niektórych przypadkach komórki za

---

<sup>1</sup> Dr inż. Bartłomiej Cieślik, Katedra Chemii Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej.

pomocą chemicznych sygnałów mogą „poprosić” ściany niektórych „osiedli”, by mogły wydostawać się do oceanów limfy, krwi czy innych płynów ustrojowych. Podobne sygnały chemiczne są również wykorzystywane do komunikacji układu odpornościowego z resztą narządów i tkanek gospodarza [10]. Dla komórki wielkości człowieka sam gospodarz jest jak 15–20 gór wielkości Mount Everestu, ustawionych jedna na drugiej. Zadaniem układu odpornościowego jest obrona tego ogromnego królestwa, a zwłaszcza wszystkich jego słabych punktów.

Skóra, jeśli nie jest naruszona, stanowi niezwykle skuteczną barierę między wnętrzem człowieka a światem zewnętrznym [2; 11]. Doskonale chroni gospodarza przed wilgocią, ciepłem czy uderzeniami, gdyż mimo iż jest miękka, nie daje się łatwo uszkodzić i przerwać. Do najbardziej narażonych na czynniki zewnętrzne tkanek zaliczyć należy wszystkie błony śluzowe, które wypełniają wnętrza jamy ustnej, nosa, powiek, ale też te, które intuicyjnie nie są uznawane za zewnętrzne, jak płuca, drogi rodne, układ moczowy i wydalniczy, jelita, żołądek itd. [4]. Często podświadomie wyobrażamy sobie jelita czy płuca jako wnętrza organizmu. Z punktu widzenia baterii wirusów, grzybów czy dowolnych innych patogenów (nie wliczając w to wąskiej grupy pasożytów skóry), tak naprawdę wszystkie tkanki nabłonkowe można uznać za zewnętrzną stronę ciała gospodarza [4].

Skóra człowieka, poza tym, że jest barierą mechaniczną, mającą około 2 m<sup>2</sup> powierzchni, wytwarza całą gamę związków chemicznych, które dosłownie mogą neutralizować patogeny. Są to m.in. β-defensyny i inne peptydy antybakteryjne. Taką samą funkcję pełnią enzymy jak lizozym czy fosfolipazy obecne w składzie łez, śliny czy nawet mleka matki [1]. Tkanki nabłonkowe są jednak niezwykle podatne na wcześniej wspomniane patogeny, chociażby dlatego, że w ciele i na ciele przeciętnego dorosłego człowieka znajduje się 200 m<sup>2</sup> tkanek nabłonkowych, z czego większość we wcześniej wspomnianych już płucach i jelitach. Dla pojedynczej komórki obszar całego ludzkiego nabłonka jest jak obszar Środkowej Europy dla pojedynczego człowieka. Obrona takiego obszaru jest skrajnie trudnym zadaniem.

Nie oznacza to jednak, że tkanki są całkowicie bezbronne. W żołądku wytwarzane są np. kwasy trawienne, czyli około 10% roztwór kwasu solnego (HCl), który może skutecznie zahamować rozwój wielu patogenów dostających się do „wnętrza-zewnątrz” gospodarza [1]. W szczególności organizm musi bronić tkanek nabłonkowych jako najbardziej istotnej bariery między wnętrzem ciała a światem zewnętrznym. Do tego celu służy głównie układ immunologiczny. Nabłonek jest niejako pierwszą linią obrony, co ma o tyle sens, że np. długość

wszystkich naczyń krwionośnych dorosłego człowieka wynosi aż 120 000 km. Mają jednocześnie niespełna 1200 m<sup>2</sup> powierzchni, czyli prawie 5 razy więcej niż nablönki, na których powinna koncentrować się obrona wnętrza gospodarza [4]. Obrona całego organizmu człowieka jest więc zatrważająco trudna.

W ciele człowieka do obrony organizmu służy 40 trylionów komórek. To jakieś 100 razy więcej niż ludzi urodzonych w ciągu 250 000 lat swojej historii. Ludzie ci, postawieni obok siebie ramię w ramię, zajęliby tyle miejsca, co powierzchnia Londynu. To porównanie, zaraz obok odniesienia do obszaru Środkowej Europy, doskonale obrazuje, jak dużą skalą posłużono się w niniejszym tekście. Nie można jednak zapominać, że we wnętrzu i zewnątrz człowieka, poza omawianymi komórkami, żyją również bakterie. Są one często mniejsze niż przeciętne komórki, więc wyobrazić je sobie można jako mniejsze ssaki (np. wydry lub króliki), w porównaniu do rozmiaru dorosłego człowieka.

Wspomniane bakterie bytujące we wnętrzu człowieka można przyrównać do około 46 trylionów małych królików, które zajmują się trawieniem ogromnych porcji pożywienia z całej Europy (wielkości gigantycznych drapaczy chmur). Są też 4 tryliony innych gatunków żyjących na skórze, które nieźle z nią koegzystują, lecz nie są pożądane, gdyż zakłócałyby wewnętrzny ekosystem człowieka. Gdy jednak znajdują się tam, gdzie nie powinny, zaczynają rozwijać się wewnątrz, obok komórek ludzkiego ciała (używając przenośni ludzi stojących obok siebie, w ciele gospodarza złożonego z pojedynczych ludzików, będącego stukilkumetrowym gigantem). Bakterie, chcąc się rozwijać, defekują na każdą komórkę naszego ciała i pożerają to, co można pożreć. Są jak pająki chodzące po każdej komórce naszego ciała, próbujące dostać się do środka. Z tym właśnie musi walczyć układ immunologiczny, jeśli gospodarz nie zachowuje odpowiedniej higieny [4].

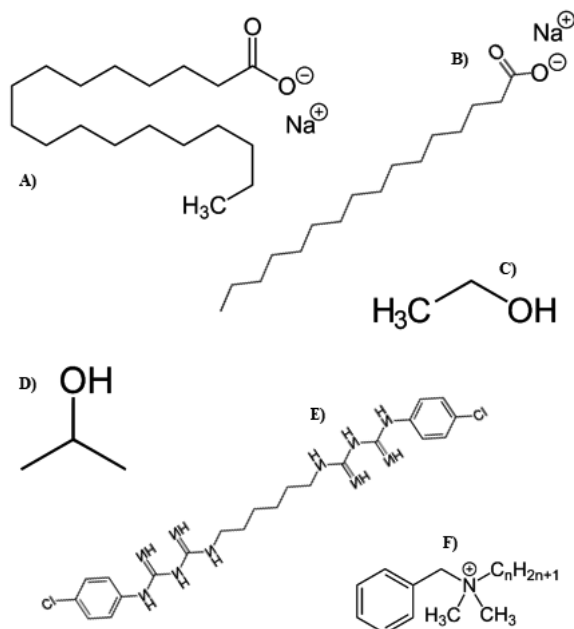
Na szczęście układ immunologiczny jest w stanie odróżniać komórki gospodarza od obcych najeźdźców, dzięki czemu nie znajduje się w stanie permanentnej walki i stresu. Aktywowany jest wyłącznie w przypadku wyżej opisanych inwazji [2; 12]. Niestety jego możliwości są do pewnego stopnia ograniczone i każde zakażenie będące inwazją obcych gatunków do wnętrza gospodarza może być fatalne w skutkach. Zwłaszcza, że na powierzchni skóry człowieka mogą bytować tak groźne bakterie jak gronkowiec złocisty, ale i bakterie pochodzenia fekalnego, jak *Escherichia coli*, *Bacillus faecalis*, czy też grono bakterii z grupy *Pseudomonas*. To w wielkim uproszczeniu jest zadaniem układu immunologicznego, który w praktyce bardzo łatwo przeciążyć, chociażby nie zachowując higieny czy rozsądku w kontaktach z innymi.

## Skuteczna dezynfekcja

Za skuteczną metodę dezynfekcji rąk można przede wszystkim uznać pospolite mydło, czyli sodowe sole kwasów stearynowego lub palmitynowego. Mycie rąk mydłem powoduje usunięcie lipofilowych, czyli tłustych zabrudzeń ze skóry. W ten sposób mikroorganizmy mogą być spłukane z powierzchni ciała pod strumieniem bieżącej wody, co w normalnych warunkach by się nie wydarzyło. Sama woda nie spowoduje oderwania wszystkich bakterii ze skóry, jedynie doprowadzi do ewentualnego rozprowadzenia mikroorganizmów na jej powierzchni. Poprzez zmniejszenie napięcia powierzchniowego ułatwiamy oderwanie np. wirusa od naskórka czy też innych powierzchni. Ponadto w roztworze mydła dochodzi do rozpuszczania błon lipidowych bakterii, co spowoduje „wylanie się” ich wnętrzości na zewnątrz, a w konsekwencji doprowadzi do ich śmierci lub inaktywacji [9]. Ten proces trwa około 30 minut. Można przyspieszyć go zwiększeniem temperatury, co oznacza, że pranie ubrań w 60 lub najlepiej 90°C okazuje się dość skuteczną metodą ich dezynfekcji. Sama temperatura jest bardzo skutecznym medium przeciw wirusowi SARS-CoV-2 odpowiedzialnemu za postęp pandemii COVID-19. Wirus zostaje dezaktywowany już po 30 minutach w temperaturze 56°C, po 10 minutach – w 70°C i po mniej niż 5 minutach – w 90°C [8].

Istnieje też cały szereg szeroko dostępnych środków dezynfekcyjnych na bazie alkoholi. Są to najczęściej alkohole etylowe lub propylowe. W stężeniach między 40–80% doprowadzają do inaktywacji wirusów lub lizy komórek bakteryjnych w mniej niż 5 sekund. Warto jednak wiedzieć, że 20% roztwór alkoholu etylowego okazuje się nieskuteczny. Wówczas możemy moczyć ręce w roztworze powyżej minuty, a zamierzonego skutku, czyli całkowitej inaktywacji wirusa, nie otrzymamy [9].

W szpitalach często stosuje się również zaawansowane środki dezynfekcyjne, działające już w bardzo niskich stężeniach. Przykładowo diglukonian chlorheksydyny dezaktywuje wspomniane wcześniej wirusy w czasie krótszym niż 5 sekund już w stężeniach 0,2%. Inny środek – chlorek benzalkoniowy, działa już w stężeniach od 0,05%. Można jeszcze skrócić czas dezynfekcji, zwiększając stężenia wspomnianych związków chemicznych do odpowiednio 1,0% lub 0,2%, ale należy się zastanowić, czy 5 sekund nie jest wystarczającym czasem na dezynfekcję, zwłaszcza że same media dezynfekcyjne utrzymują się na skórze przynajmniej kilkanaście sekund lub dłużej, zanim zaczną odparowywać [9]. Opisane powyżej związki chemiczne zostały zaprezentowane na rysunku poniżej.



Rys. 1. Współcześnie wykorzystywane środki umożliwiające utrzymanie higieny dłoni: A) stearynian sodu; B) kwas palmitynian sodu; C) etanol; D) izopropanol; E) diglukonian chlorheksydyny; F) chlorek benzalkoniowy

Źródło: opracowanie własne

## Podsumowanie

Omawiając tak skomplikowane zagadnienia jak zagrożenia powodowane nieutrzymywaniem higieny dłoni czy też samą problematykę wydolności układu immunologicznego, lub czynniki wpływające na rozprzestrzenianie się pandemii, należy pamiętać, że kłamstwa naprawdę mogą zabijać, a fakty ratują życia.

W momencie wybuchu pandemii COVID-19 w Europie od 15 stycznia do 15 kwietnia opublikowano miliony tweetów. Po zbadaniu 980 100 z nich dotyczących SARS-CoV-2 okazało się, że tylko 29,78% przekazuje prawdziwe i wiarygodne informacje, a 70,22% szerzy nieprawdę [3]. To niezwykle alarmujący fakt. Zaleca się zatem, by uświadamiać społeczeństwo o konieczności analizowania informacji, które docierają do nas wszelkimi kanałami przekazu. Branie odpowiedzialności za wytwarzane informacje i krytyczne rozważanie ich rozprzestrzeniania może być kluczowe w takich sytuacjach jak rozwój zagrożeń pokroju pandemii COVID-19. Dlatego edukacja wydaje się być wieloaspektowo kluczowa.



Na podstawie wielu wiarygodnych doniesień naukowych można wnioskować, że umyte ręce są znacznie lepszą ochroną przed mikroorganizmami i wirusami niż np. ciągłe noszenie brudnej, kilkudniowej pary rękawiczek ochronnych [3; 8; 9]. Te również mogą przyczyniać się do rozprzestrzeniania zakażeń. Należy bezdyskusyjnie dbać o higienę zwłaszcza przed posiłkami. Istotna jest również świadomość, iż środki do dezynfekcji przystosowane są do użytku na skórę. Podawanie ich doustnie nie spowoduje, że wirus nie przeniknie do płuc czy innych narządów. Rozważnie należy podchodzić też do alternatywnych metod dezynfekcji jak np. promieniowanie UV. Za pośrednictwem wspomnianego środka można doprowadzić do poważnych oparzeń skóry. Podobnym przykładem jest roztwór chloru, który również może z powodzeniem być stosowany do dezynfekowania powierzchni, lecz w kontakcie ze skórą prowadzi do podrażnień lub nawet oparzeń chemicznych [8].

Skutecznym środkiem prewencji rozprzestrzeniania się takich chorób jak COVID-19 jest także unikanie dotykania twarzy, zwłaszcza w przestrzeni publicznej. Maseczki ochronne bardzo skutecznie chronią przed przypadkowym przeniesieniem bakterii i wirusów na nabłonki, które są niezwykle podatne na zakażenia. Prawidłowo noszone maseczki nie mogą zaszkodzić użytkownikowi pod warunkiem, że używa ich zgodnie z przeznaczeniem. Codzienne zmienianie maseczki ochronnej może być podstawową i często ignorowaną kwestią, a świadomość, iż można je wyprać lub po prostu należy traktować jak jednorazowe, musi być utrzymywana w społeczeństwie. Powinno się także zwracać uwagę, by użytkowana maseczka nie pozostawała wilgotna. W takich warunkach mikroorganizmy mogą namnażać się na jej powierzchni szybciej. Nieprawidłowo użytkowane maseczki ochronią np. przed szybkim rozprzestrzenianiem się COVID-19, ale mogą wtórnie spowodować zakażenia innego rodzaju. Z drugiej strony jednak informacja o tym, że przez maski można nabawić się niedotlenienia lub zatrucia dwutlenkiem węgla, to mity. Problem niedotlenienia może dotyczyć ewentualnie ćwiczenia i trenowania we wspomnianych maseczkach ochronnych, które szybko robią się wilgotne i nie mogą zapewnić wydajnej wymiany powietrza.

Warunki niesprzyjające jednym patogenom mogą wytworzyć niszę dla innych, np. nadmierne stosowanie antybiotyków może sprzyjać rozwojowi grzybów, „wybijając” naturalną florę [13]. Należy więc bezwzględnie pamiętać, że antybiotyki nie są odpowiedzią na każdy rodzaj choroby [5; 7; 13]. COVID-19 wywołuje wirus SARS-CoV-2, na którego nie ma i nigdy nie będzie skutecznego antybiotyku,

ponieważ jest to patogen wirusowy. Nie opracowano wciąż skutecznego środka chemicznego wspomagającego leczenie, który zapewniłby ozdrowienia w każdej fazie choroby. Przyjmując antybiotyki nieodpowiedzialnie, człowiek przyczynia się do uodporniania się mikroorganizmów na tzw. antybiotyki ostatniej szansy, jak np. wankomycyna. Tego typu związki powinno się traktować jako ostatnie deski ratunku i właśnie dlatego prewencja jest znacznie skuteczniejszą metodą walki z epidemiami niż sama chemia.

## Bibliografia

1. AGERBETH B., GUDMUNDSSON G.H. Host antimicrobial defence peptides in human disease. „Current Topics in Microbiology Immunology”. 2006, nr 306, s. 67–90. Tryb dostępu: [https://doi.org/10.1007/3-540-29916-5\\_3](https://doi.org/10.1007/3-540-29916-5_3). Stan z dnia 29.11.2021.
2. ALBERTS Bruce, JOHNSON Alexander, LEWIS Julian, RAFF Martin, ROBERTS Keith, WALTERS Peter. *Molecular Biology of the Cell*. Fourth Edition. New York and London: Wydaw. „Garland Science”, 2002. ISBN 0-8153-3218-1.
3. AL-RAKHAMI Mabrook S., AL-AMRI Atif M. Lies Kill, Facts Save: Detecting COVID-19 Misinformation in Twitter. „IEEE Access”. 2020, vol. 8, s. 155961–155970. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3019600>. Stan z dnia 29.11.2021.
4. DETTMER Philipp. *Immune: A Journey into the Mysterious System That Keeps You Alive*. Wydaw. „Random House”, 2021. ISBN 9780593241318.
5. FAIR W., COUCH J., WEHNER N. Prostatic antibacterial factor. Identity and significance. „Urology”. 1976, nr 7 (2), s. 169–177.
6. GOŁĄB Jakub, JAKÓBISIAK Marek, LASEK Witold, STOKŁOSA Tomasz. *Immunologia*. Warszawa: Wydaw. Naukowe PWN, 2007. ISBN 978-83-01-15154-6.
7. GORBACH Sherwood L. Lactic acid bacteria and human health. „Annals of Medicine”. 1990, vol. 22, iss.1, s. 37–41. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.3109/07853899009147239>. Stan z dnia 29.11.2021.
8. GUO Xiling, CHEN Yin, WANG Ling, WU Xiaosong, FAN Jingjing, LI Fang, ZENG Xiaoyan, GE Yiyue, CHI Ying, CUI Lunbiao, ZHANG Liubo, SUN Hong, XU Yan. In vitro inactivation of SARS-CoV-2 by commonly used disinfection products and methods. „Scientific Reports”. 2021, nr 11, s. 2418. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82148-w>. Stan z dnia 29.11.2021.

9. HIROSE Ryohei, BANDO Risa, IKEGAYA Hiroshi, WATANABE Naoto, YOSHIDA Takuma, DAIDOJI Tomo, NAITO Yuji, ITOH Yoshito, NAKAYA Takaaki. Disinfectant effectiveness against SARS-CoV-2 and influenza viruses present on human skin: model-based evaluation. „Clinical Microbiology and Infections”. 2021, vol. 27, iss. 7, s. 1042–1042. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2021.04.009>. Stan z dnia 29.11.2021.
10. LE Y., ZHOU Y., IRIBARREN P., WANG J. Chemokines and chemokine receptors: their manifold roles in homeostasis and disease. „Cellular and Molecular Immunology”. 2004, nr 1 (2), s. 95–104.
11. LITMAN Gary W., CANNON John P., DISHAW Larry J. Reconstructing immune phylogeny: new perspectives. „Nature Reviews Immunology”. 2005, nr 5 (11), s. 866–879. Tryb dostępu: <https://dx.doi.org/10.1038%2Fnri1712>. Stan z dnia 29.11.2021.
12. SMITH A.D. (red.). *Oxford dictionary of biochemistry and molecular biology*. Wydaw. „Oxford University Press”, 1997. ISBN 0-19-854768-4.
13. YENUGU Suresh, HAMIL Katherine G., BIRSE Charles E., RUBEN Steven M., FRENCH Frank S., HALL Susan H. Antibacterial properties of the sperm-binding proteins and peptides of human epididymis 2 (HE2) family; salt sensitivity, structural dependence and their interaction with outer and cytoplasmic membranes. „Biochemical Journal”. 2003, vol. 372, iss.2, s. 473–483. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1042/bj20030225>. Stan z dnia 29.11.2021.