

Władysław R. GUNDLACH\*, Krzysztof JÓŻWIK\*, Grzegorz KURPETA\*

INSTYTUT MASZYN PRZEPŁYWOWYCH  
POLITECHNIKI ŁÓDZKA

## Układ SI – konflikt techniki i medycyny

### Streszczenie

W artykule omówiono problem jednostek miar stosowanych w medycynie, ich zgodności z obowiązującym układem SI oraz jednostkami pozaukładowymi, dopuszczonymi przez stosowne rozporządzenia. Dokonano oceny poprawności jednostek miar stosowanych w medycynie w aspekcie zgodności z definicją pomiaru i jego cechami, jednoznaczności i wiarygodności. Podjęto próbę takiego przedstawienia niektórych jednostek, aby były one poprawne i zrozumiałe zarówno dla lekarzy, jak i dla inżynierów.

### Abstract

Problems concerning units of measure used in medicine, their compatibility with the SI system and with units which do not belong to the SI system but are acceptable according to relevant decrees have been presented. The evaluation of correctness of units of measure used in medicine in the light of their consistence with the definition of measurement and its properties, explicitness and reliability has been carried out. An attempt to present some units in such a way that they are correct and clear for both physicians and engineers has been undertaken.

Wprowadzenie układu SI, jako obowiązującego układu jednostek miar, spowodowało gorącą dyskusję i długie polemiki w latach siedemdziesiątych naszego stulecia [4, 5, 8]. Niezależnie od prowadzonych dyskusji, wprowadzanie układu SI przyczyniło się do porządkowania i uściślenia definicji, pojęć i nazw różnych wielkości fizycznych. Wynikiem tego jest ciągłe doskonalenie, systematyzowanie i ujednolicanie definicji i nazw w oparciu o wnikliwą analizę stanu wiedzy, praktyczne potrzeby i aktualne tendencje rozwojowe.

Celem nadrzędnym wprowadzenia układu SI było i jest ujednolicenie wyrażania wyników pomiarów we wszystkich dziedzinach nauki, a nawet we wszystkich dziedzinach życia na całym świecie. Dotyczy to zarówno mechaników, architektów, chemików i lekarzy, jak i ekonomistów, socjologów, filozofów i filologów.

Z punktu widzenia nauki podstawowym celem wprowadzenia układu SI było ujednolicenie zapisu matematycznego zależności między wielkościami. Układ SI tworzy spójny system wielkości i ich jednostek miar, oparty na minimalnej liczbie jednostek podstawowych, skonstruowany w ten sposób, aby każda wielkość mogła być wyrażona przy pomocy tylko jednej jednostki układu. Dzięki temu, zapisując zależności między wielkościami i formułując odpowiednie wzory przy użyciu symboli wielkości,

nie jest konieczne podawanie oznaczenia jednostek. Do wzorów wielkościowych należy wstawiać zawsze wartości wyrażone w jednostkach podstawowych lub pochodnych układu SI, a nigdy w ich krotnościach, a obliczony wynik wyrażony jest w jednostkach podstawowych lub pochodnych układu SI [1, 6].

Proces porozumiewania się oparty jest na ściśle określonych, ogólnie przyjętych założeniach, znakach i wzorcach. Stosowanie powszechnie znanych reguł pozwala na jednoznaczne określenie i ustalenia dotyczące wszelakich aspektów życia ludzi. *Morderstwo, silnik tłokowy, debet* - pojęcia te wyrażone w dowolnym języku oznaczają zawsze to samo, tę samą czynność, to samo urządzenie techniczne, czy ten sam stan. Jeżeli jednak pewna grupa ludzi umówi się i będzie wyrażać stany rzeczywistości, czynności, rzeczy przez siebie tylko znane określenia, to proces porozumiewania się będzie możliwy tylko w obrębie tej grupy. Staną się wyizolowaną enklawą, z którą świat zewnętrzny nie będzie miał wspólnego języka.

W procesie porozumiewania się inżynierów i lekarzy pojawia się jednak problem. Pomimo faktu, że „my” inżynierowie i „oni” lekarze mówimy o jednostkach miar należących do układu jednostek zwanego SI, to wygląda to tak, jakbyśmy mówili o dwóch różnych układach. „Medyczny układ jednostek miar” (zwany oczywiście układem SI) według naszych obserwacji nie jest zgodny i nie pokrywa się z układem SI, który prawnie obowiązuje od października 1960 roku. Nie jest on nawet zgodny z prawnie usankcjonowanym rozszerzeniem układu SI o jednostki tymczasowo dopuszczone do stosowania, a do układu SI nie należące. Złe byłoby, gdyby przedstawiciele jakiegś dyscypliny chcieli stać się enklawą, z którą porozumienie byłoby możliwe jedynie pod warunkiem zawierania dodatkowych objaśnień i obwarowań. Nie taki był cel wprowadzenia układu SI.

W naukach medycznych wprowadzenie układu SI i działania wynikające z tego faktu natrafiły na dużo większe trudności niż w innych dziedzinach [2, 3]. Trudności te są dwójakiej natury: obiektywnej i subiektywnej. Obiektywny charakter trudności wywodzi się bezpośrednio z koncepcji spójnego układu jednostek miar. Układ jednostek powinien umożliwiać jednoznaczne wyrażanie wartości liczbowych wszystkich wielkości, którymi operuje nauka. Wielkości te muszą być zidentyfikowane i wyrażone w zależności od innych, podstawowych dla układu wielkości. Dla całego systemu liczba wybranych podstawowych wielkości powinna być minimalna, a wielkości te powinny posiadać jednostki oparte na jednoznacznych, odtwarzalnych wzorcach. W medycynie istnieją wielokrotnie problemy z identyfikacją wielkości, chociażby określenie skuteczności terapeutycznej leków. Rozpoznanie odpowiednich zależności, zjawisk lub procesów w stopniu wystarczającym dla sformułowania ich modeli matematycznych pozwoli na zidentyfikowanie wielkości fizycznych przez powiązanie przyczyn i skutków, a więc na zdefiniowanie ich w oparciu o jednostki układu SI.

Oczywisty jest fakt, że organizm człowieka, etymologia wielu chorób, jak i reakcje na podawane leki, nie są całkowicie i do końca rozpoznane. Zmusza to do tolerowania określeń i jedno-

\* Prof. dr inż. Władysław GUNDLACH  
notki nie otrzymano.

\* Dr inż. Krzysztof Stanisław JÓŻWIK

Tytuł magistra inżyniera uzyskał w 1987 roku, a doktora nauk technicznych w 1998 roku, oba dyplomy w dziedzinie mechaniki i budowy maszyn Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej; adiunkt w Instytucie Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej; kierownik Zespołu Automatyki i Aparatury Medycznej w IMP Politechnice Łódzkiej; zainteresowania naukowe: pulsacyjne przepływy płynów, metrologia przepływów i wielkości energetycznych, hemodynamika i reologia krwi.

\* Mgr inż. Grzegorz KURPETA

Tytuł magistra inżyniera uzyskał w roku 1998; dyplom w dziedzinie aparatury i sprzętu medycznego Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej. Asystent w Zespole Automatyki i Aparatury Medycznej Instytutu Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej.

stek niejednoznacznych wtedy, gdy wiedza człowieka jest jeszcze zbyt mała. Nie należy jednak nadużywać takiego uzasadnienia tam, gdzie używanie jednostek „medycznego układu” wynika z przyzwyczajenia i nawyków. Przyzwyczajenia i nawyki, indywidualnie upraszczane modele zjawisk i zależności stanowią subiektywne bariery, na jakie napotykają działania związane z uporządkowaniem jednostek w naukach medycznych [2].

Dla nas, inżynierów działających w grupach interdyscyplinarnych, konieczność wprowadzenia jednolitego systemu jednostek miar, także w świecie medycyny, jest bezsporna. Wynika to z potrzeb medycyny jako nauki, jako użytkownika wytworów myśli inżynierskiej, jak również z punktu widzenia bezpieczeństwa człowieka. Stosowanie niedokładnie lub niejednoznacznie określonych jednostek lub różnych jednostek dla określenia tej samej wielkości prowadzić może do błędnych interpretacji wyników, albo co gorsze, może stanowić bezpośrednie zagrożenie dla chorego.

## „MEDYCZNY” UKŁAD JEDNOSTEK MIAR

Układ SI został uznany za obowiązujący w medycynie przez Światową Organizację Zdrowia, a w Polsce jego stosowanie prawnie sankcjonują zarządzenia Prezesa Głównego Urzędu Miar. Jednostkami legalnymi są jednostki układu SI oraz nieliczne jednostki, które do układu SI nie należą, ale są czasowo dopuszczone do stosowania.

Z punktu widzenia poprawności stosowania jednostek układu SI, medycynę i nietechniczne nauki z nią skojarzone można podzielić na dwie podgrupy. O jednej, która zajmuje się zjawiskami zewnętrznymi dla organizmu, można powiedzieć, że zasady stosowania poprawnych jednostek są respektowane. Można przypuszczać, że wynika to z faktu zainteresowania tymi zjawiskami nie tylko lekarzy. Strumień objętości określa się więc w  $m^3/s$ , wartość energetyczną w  $J$  lub jednostce krotnej  $kJ$ . Nale-

ży jednak zauważyć, że pomimo stosowania poprawnych jednostek, często zdarza się zamieszczanie dodatkowo jednostek starych (np. *cal* lub *kcal*). Wytwarza to pozorną sytuację legalności tych drugich, co niepotrzebnie podtrzymuje ich „egzystencję” w świadomości ludzi. Druga podgrupa jest ściśle związana z zadaniami metrologicznymi, z którymi na co dzień styka się i które kształtuje każdy lekarz oraz z zagadnieniami bardziej złożonych badań prowadzonych przez wąskie grono osób. W Polsce wprowadzanie jednostek układu SI ograniczyło się właściwie do zmiany interpretacji jednostek, uściślenia ich nazw i uporządkowania zapisów. W wyniku reformy wystąpiła konieczność przekształcania przyrządów pomiarowych, a także uporządkowania tablic, tabel, norm, itp.

W aktualnych podręcznikach dla studentów medycyny pojawiły się tabele i zestawienia zawierające „główne nazwy i oznaczenia jednostek miar według układu SI oraz sposoby ich przeliczania na jednostki dotychczas stosowane” [7] oraz normy laboratoryjne, zawierające dopuszczalne lub granice prawidłowych wartości stężeń różnych składników krwi i innych płynów ustrojowych, wydaliny i wydzieliny, a także prawidłowe wyniki testów czynnościowych. Nie przeglądając zawartości tych norm i tablic, już samo stwierdzenie „sposoby przeliczania jednostek miar SI na jednostki dotychczas stosowane” budzi niepokój. Prawidłowy sposób podania wyniku pomiaru powinien polegać na przeliczeniu wyniku wyrażonego w dotychczas stosowanych jednostkach na jednostki układu SI, a nie odwrotnie.

Tabela 1 stanowi przykład pokazujący jednostki stosowane w medycynie. Tytuł tabeli i jej zawartość są bez żadnych zmian przeniesione z rozdziału „Główne nazwy i oznaczenia jednostek miar według SI oraz sposoby ich przeliczania na jednostki dotychczas stosowane” z podręcznika „Choroby wewnętrzne” [7]. Niestety, już w tytule tabeli popełniono błędy. Mówi się jednostka miary, a nie jednostka pomiaru. Miara i pomiar to zdecydowanie różne pojęcia. Podanie w tytule określenia „podstawowe jednostki” powinno w konsekwencji spowodować zamieszczenie w tabeli jednostek podstawowych układu SI, a nie zbioru dowolnych jednostek. Dla cytowanej tabeli bardziej adekwatny byłby tytuł „Symbole wybranych legalnych i nielegalnych jednostek miar ...”.

Zawarte w tabeli 1 jednostki sześciu wielkości fizycznych można podzielić na pięć kategorii. Do pierwszej zaliczyć można jednostki długości i liczności substancji. Podano jednostkę podstawową, chociaż w żaden sposób tego nie zaznaczono, oraz niektóre jej krotności. Ta grupa jednostek jest jak najbardziej poprawna. Do drugiej grupy należą jednostki masy. Również podana została na pierwszym miejscu jednostka podstawowa, jaką jest *kilogram*, a następnie krotności. Niestety, krotności te odniesiono do *grama*, co jest błędem. W układzie SI krotności dotyczą jednostki pod-

**Tabela 1.** Symbole podstawowych jednostek pomiaru długości, masy, ilości substancji, objętości, czasu i ciśnienia [7] (tytuł i zawartość tabeli zacytowano bez zmian)

Jednostki długości	Jednostki czasu
m – metr	d – doba
mm – milimetr ( $10^{-3}$ m)	h – godzina
$\mu$ m – mikrometr ( $10^{-6}$ m)	min – minuta
nm – nanometr ( $10^{-9}$ m)	s – sekunda
pm – pikometr ( $10^{-12}$ m)	ks – kilosekunda ( $10^3$ s)
Jednostki masy	Jednostki ciśnienia
kg – kilogram	mmHg – 1 tor
g – gram	mBar – milibar
mg – miligram ( $10^{-3}$ g)	Pa – paskal
$\mu$ g – mikrogram ( $10^{-6}$ g)	1 kPa – kilopaskal
ng – nanogram ( $10^{-9}$ g)	1 atm – 760 torów
pg – pikogram ( $10^{-12}$ g)	1 atm – 1013,25 mBar
fg – femtogram ( $10^{-15}$ g)	1 mmHg – 1,33322 mBar
ag – attogram ( $10^{-18}$ g)	1 mmHg – 0,1333 kPa
	1 cmH <sub>2</sub> O – 0,980665 mBar
	1 cmH <sub>2</sub> O – 0,098 kPa
	1 mBar – 100 Pa
Jednostki ilości substancji	Jednostki objętości
mol – mol	l – litr
mmol – milimol ( $10^{-3}$ mol)	ml – mililitr ( $10^{-3}$ l)
$\mu$ mol – mikromol ( $10^{-6}$ mol)	$\mu$ l – mikrolitr ( $10^{-6}$ l)
nmol – nanomol ( $10^{-9}$ mol)	nl – nanolitr ( $10^{-9}$ l)
pmol – pikomol ( $10^{-12}$ mol)	
fmol – femtomol ( $10^{-15}$ mol)	
amol – attomol ( $10^{-18}$ mol)	

**Tabela 2.** Przykładowe normy stężeń różnych składników płynów ustrojowych i wyników testów czynnościowych, wyrażone w jednostkach „medycznego” układu SI oraz jednostkach „dotychczas” w medycynie stosowanych [7] (zawartość tabeli zacytowano bez zmian)

Wielkość fizyczna	Jednostki dotychczasowe		Jednostki SI	
	Oznaczenie jednostki	Zakres normy	Zakres normy	Oznaczenie jednostki
Adrenalina w moczu	µg/dobę	< 10	< 55	nmol/d
Azot amonowy w moczu	g/dobę	0,4-0,7	29-50	mmol/d
Azot całkowity w kale	g/dobę	< 2	< 0,1428	mol/d
β <sub>2</sub> -mikroglobulina w surowicy	mg/l	1,5-3,0	0,135-0,270	nmol/l
Białka w moczu	mg/dobę	< 150	< 0,15	g/d
Białko całkowite w surowicy	g%	6,0-8,0	60-80	g/l
Białko całkowite w płynie mózgowo-rdzeniowym	mg%	15-45	0,15-0,45	g/l
Białko wiążące retinol w surowicy	µg/ml	30-45	30-45	mg/l
Bilirubina całkowita w surowicy	mg%	do 1 mg%	do 17,10	µmol/l
Chinidyna w surowicy	µg/ml	0	0	µmol/l
Cholesterol całkowity w surowicy	mg%	150-200	3,9-5,2	mmol/l
Cholesterol frakcji HDL w surowicy	mg/dl	> 35	> 0,91	mmol/l
Czynnik krzepnięcia VII (dotyczy osocza)	%	70-130	0,70-1,30	l/l
Kreatynina w moczu	mg/kg/24 h	15-25	0,13-0,22	mmol/kg/d
Klirens kreatyniny	ml/min/m <sup>2</sup>	60	1,0	ml/s/m <sup>2</sup>
Krwinki białe w krwi	liczba w mm <sup>3</sup>	4000-8000	4,0-8,0	G/l
Krwinki czerwone w krwi	liczba w mm <sup>3</sup>	4200000-5000000	4,2-5,0	T/l
Średnia objętość krwinki	µ <sup>3</sup>	80-94	80-94	fl
Opadanie krwinek czerwonych	mm/h	1-14	1-14	arb U <sup>1)</sup>
Ksyloza w moczu- test absorbcji (po 25 g)	g/5h	5-8	33-53	mmol/5h
Średnia zawartość Hb w krwince	pg	27-32	1,7-2,0	fmol
Kwas formiminoglutaminowy po podaniu 20 g histydyny	mg/12h	< 50	< 0,28	mmol/12h
Lepkość surowicy	wobec wody	1,4-1,8	1,4-1,8	arb U <sup>1)</sup>
Molalność (osmolalność)	mosm/kg	280-295	280-295	mmol/kg H <sub>2</sub> O
Transketolaza w krwi	µmol/h/10 <sup>9</sup> erytrocytów	2,1-2,4	0,58-0,62	µmol/s/10 <sup>9</sup> erytrocytów

stawowej lub jednostki pochodnej posiadającej swoją nazwę i symbol [9]. Trzecia kategoria to jednostki czasu. Podano jednostkę podstawową (dopiero jako czwartą) i jedną jej krotność oraz trzy jednostki nie należące do układu SI, czasowo dopuszczone do stosowania. Jednostka podstawowa - *paskal* - znalazła się wśród wielu jednostek ciśnienia, stanowiących czwartą kategorię jednostek. W tej kategorii występuje absolutna dowolność prezentowania jednostek. Są tu jednostki układu SI, jednostki pozaukładowe, dopuszczone do stosowania oraz jednostki, których stosowanie w świetle obowiązujących przepisów jest nielegalne. Podawane są przeliczniki, pozwalające wyrazić ciśnienie w krotnościach jednostki dopuszczonej do stosowania, o ile przyjmujemy, że jednostka *mBar* oznacza *milibar* (prawidłowy zapis *mbar*). Ponadto, dopuszczoną do stosowania jednostką ciśnienia jest *bar* i nie powinno się stosować jej krotności. Ostatnią kategorię tworzą cztery jednostki objętości, wśród których nie ma jednostki podstawowej układu SI - *m<sup>3</sup>*. Podstawą do określenia objętości w naukach medycznych jest *litr* i krotności odniesiono do tej jednostki. Prawnie dopuszcza się stosowanie

jednostki *litr*, ale tworzenie jednostek krotnych musi odbywać się w oparciu o jednostkę podstawową układu SI.

Kolejne przykłady jednostek „medycznego” układu jednostek miar zamieszczono w tabeli 2. Zaprezentowano w niej wybrane przykłady stężeń różnych składników krwi i innych płynów ustrojowych, wydaliny i wydzielin oraz wyniki testów czynnościowych. Poszczególne wartości norm medycznych wyrażone są w jednostkach „dotychczas stosowanych” w medycynie oraz w jednostkach „medycznego” układu SI [7]. Zastosowanie w roku 1996 (rok wydania podręcznika) określenia „dotychczas stosowane” dla jednostek z poza układu SI, po ponad trzydziestu latach od chwili jego wprowadzenia, jest daleko posuniętym eufemizmem. Przytoczone w tabeli przykłady reprezentują charakterystyczne zmiany, jakie zastosowano podczas opracowywania jednostek miar zgodnych z układem SI w medycynie.

Na podstawie zawartości tabeli 2 można wy-

ciągnąć wniosek, że podstawową jednostką objętości jest *litr*, a podstawową jednostką czasu jest *doła*. Obydwie jednostki są jedynie dopuszczone do stosowania. Jednostki nie należące do układu SI są legalne tymczasowo i budowanie przy ich wykorzystaniu nowych norm medycznych nie jest najlepszą drogą. Za kilka, ewentualnie kilkanaście lat, większość jednostek czasowo dopuszczonych do stosowania przestanie być legalna. Wystąpi więc konieczność ponownej zmiany poszczególnych norm. Wobec takiego stanu rzeczy, nasuwa się sugestia, aby ponownie przeanalizować jednostki miar stosowane w medycynie i wprowadzić niezbędne poprawki, które sprawią, że jednostki te będą jednoznaczne i legalne.

Analizując normę medyczną dotyczącą zawartości adrenaliny w moczu, można zauważyć pewne pomylenie pojęć. Występuje ono nie tylko w przypadku tej wielkości. Jednostka miary zawiera w sobie przepis na wykonywanie pomiaru. Masę lub licznosc substancji mierzonej odnosi się do jednostki czasu. Sugeruje to, że mamy do czynienia ze strumieniem masy, a w rzeczywistości do jednostki wprowadzono ograniczenie dotyczące czasu trwania pomiaru. Jeszcze bardziej jest to wyraźne w jednostce dla testu absorbcji ksylozy lub zawartości kwasu formi-

<sup>1)</sup> jednostka arbitralna [7]

minoglutaminowego w moczu. Jednostka miary jest częścią wyniku pomiaru, czyli procesu porównywania z wzorcem przyjętym jako jednostka miary. Nie może być przepisem na wykonywanie pomiaru.

Innymi jednostkami zawierającymi przepisy na wykonywanie pomiaru są jednostki molalności i transketolazy. Zawarto w nich odniesienie do masy lub liczby krwinek innej wielkości wykorzystywanej do pomiaru. Zarządzenie legalizujące jednostki zawiera jednostkę molalności, którą jest *mol/kg* [9].

Dla podania wyniku pomiaru liczby krwinek w krwi sugeruje się użycie jednostek specjalnych, odpowiednio *G/l* i *T/l*. Nie jest to „*gramsily*” i „*tonasily*” odniesione do objętości *litra*, a jedynie przedrostki używane do zapisu krotności jednostek układu SI. Można przypuszczać, że autorowi chodziło o stworzenie jednostki „*gigasztuka*” i „*terasztuka*”, ale jest to niezgodne z zasadami spójnego układu.

1 *litr* jest równy 1 *dm<sup>3</sup>*, tak więc wyrażanie objętości krwinki w jednostce *fl*, która jest krotnością jednostki krotniej jest błędne. Podobnie niepoprawne jest określanie stężenia masowego białka całkowitego w płynie mózgowo-rdzeniowym przy użyciu jednostki *g/l*. W układzie SI jednostką stężenia masowego jest *kg/m<sup>3</sup>* i jest to jednostka równa co do wartości jednostce *g/l*. Trudno znaleźć odpowiedź na pytanie „po co stosuje się taką komplikację?”.

Szczególną uwagę zwracają na siebie jednostki *arb U*. Są to jednostki przyjęte przez medycynę do określania zjawisk i wielkości, których nie można opisać przy użyciu jednostek legalnych. Jednakże, opadanie krwinek czerwonych opisano jednostką „dotychczasową” *mm/h*, czyli jednostką prędkości. Stosując przelicznik 0,277(7) można wyrazić tę wielkość w jednostce układu SI *μm/s*. Druga jednostka arbitralna z tabeli 2 dotyczy lepkości surowicy, a właściwie lepkości względnej surowicy wobec wody. Jako wielkość względna powinna być wyrażona jako niemianowana. Nie oznacza to, że wszystkie jednostki arbitralne stosowane obecnie w medycynie są niepotrzebne, ale należałoby sprawdzić możliwość ograniczenia ich liczby.

Zbędne wydaje się również zamieszczanie jednostki *l/l* dla określenia czynnika krzepnięcia. Jest to wielkość niemianowana i jednostką jest jedność.

Pomijając fakt używania *litra* w zapisie jednostek dotyczących stężenia molowego, należy zastanowić się nad celowością i poprawnością stosowania jednostki ilości substancji w miejsce dawniej stosowanej jednostki masy. Podawanie wyniku pomiaru z jednostką *mol* lub jej krotnościami, gdy określa się masę związku użytą do wytworzenia roztworu wzorcowego, jest sztuczne i przynosi więcej problemów niż korzyści. Oczywiście, można dokonywać przeliczeń z jednej jednostki układu SI, *kilogramu*, na inną jednostkę układu SI, *mol*, i nie jest to błędem. Warunkiem poprawności tych przeliczeń jest znajomość budowy cząsteczki danej substancji, a nie wszystkie substancje są jednoznacznie określone (np. białka, cholesterol, fibrynogen). Jeżeli jednak budowa cząsteczki jest znana, to zachodzi pytanie „PO CO?” przeliczać z dobrej jednostki na inną, co do której przydatności i poprawności istnieje wiele wątpliwości. W konsekwencji niejednoznacznego określenia wzorca, co wynika z przyjętej jednostki miary, wyniki pomiarów podawane według norm medycznych mogą być niejednoznaczne i niedokładne, a więc nie są wiarygodne.

## WNIOSKI

Przytoczone w artykule przykłady jednostek miar stosowanych w medycynie pokazują wyraźnie, że w tej dziedzinie jest jeszcze bardzo wiele do zrobienia. Nie straciły na wartości słowa wypowiedziane w latach siedemdziesiątych: „Wprowadzanie

układu SI w medycynie napotyka na znaczne opory i trudności...” [2] oraz „... towarzyszy temu wiele nieścisłości i błędów, wielokrotnie powielanych z innych krajów, a dodatkowo wprowadza się błędy tłumaczenia” [3]. Niestety, autorzy podręczników z zakresu medycyny oraz lekarze nie chcą zaakceptować nowych jednostek, a błędy są nadal powielane.

Współczesna medycyna jest nauką ścisłą i nie może funkcjonować bez współdziałania z szeroko rozumianą techniką. Jest nauką interdyscyplinarną, a jako taka powinna dążyć do ujednolicenia stosowanego systemu jednostek miar w oparciu o ogólnie przyjęty układ.

W wielu przypadkach zmiany wynikające z wprowadzenia układu SI nie muszą doprowadzić do zmiany wartości liczbowych norm medycznych. Zapis *g/l* jest liczbowo równy *kg/m<sup>3</sup>* i ten ostatni należy preferować. Podobnie, zamiast *5 mg/l*, lepiej zastosować jednostki układu spójnego i podać wynik w postaci *5 g/m<sup>3</sup>*. Używaną dawniej jednostkę stężenia masowego nie trzeba zastępować wątpliwej poprawności jednostką stężenia molowego. Zamiast *1 g%*, należy pisać *1 kg/m<sup>3</sup>*, zamiast *1 mg%*, należy pisać *1 g/m<sup>3</sup>*, czy wreszcie zamiast *1 μg%*, należy pisać *1 mg/m<sup>3</sup>*. Nie występuje więc konieczność wprowadzania jednostki ilości substancji i zastanawiania się jaka jest budowa substancji lub związku. Klirens kreatyniny należy określać przy użyciu jednostki *cm<sup>3</sup>/sm<sup>2</sup>* i wtedy wartość normy wynosić będzie *1,0 cm<sup>3</sup>/sm<sup>2</sup>*.

Medycyna jest tą dziedziną nauki, w której pomiar i technika eksperymentu są podstawą większości działań poznawczych i naprawczych, są więc podstawowym narzędziem codziennej pracy. Wynika stąd znaczenie podstaw metrologii i technik eksperymentu, a na „wejściu” do tych zagadnień, definicji wielkości i ich jednostek. Wątpliwości dotyczące poprawności jednostek miar stosowanych w medycynie nie napotykają wśród przedstawicieli nauk medycznych na zrozumienie. Brakuje właściwego porozumiewania się. Znajomość podstaw wiedzy o pomiarach wśród lekarzy wynika z procesu ich kształcenia. Należałoby wprowadzić do programów studiów na uczelniach medycznych odpowiednio przygotowany przedmiot „Podstawy Metrologii”. Dałoby to podstawy do rozmów i działań zmierzających do wprowadzenia do medycyny układu SI w poprawnej postaci.

## LITERATURA

- [1] J. CIEPLUCHA: Podstawy metrologii. Materiały pomocnicze do wykładu. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1997.
- [2] Z. GUNDLACH-PSZENICKA, W. GUNDLACH, J. HANKE: Wdrażanie w medycynie prawnie obowiązujących jednostek międzynarodowego układu SI. Materiały niepublikowane. Łódź 1978.
- [3] W. GUNDLACH: Recenzja broszury „Nowe jednostki pomiarowe w opiece zdrowotnej”. Pomiary, Automatyka, Kontrola 1975, Nr 2, s. 95-96.
- [4] W. GUNDLACH: Spójność układu SI i jednostki liczności. Normalizacja, 1979, Nr 7, s. 32-34.
- [5] A. HOUWALT: Stosowanie jednostki *mol* w pewnych częstych przypadkach. Normalizacja 1977, Nr 8, s. 23-24.
- [6] J. JAWORSKI, R. MORAWSKI, J. OLEJZKI: Wstęp do metrologii i techniki eksperymentu. WNT, Warszawa 1992.
- [7] F. KOKOT (red.): Choroby wewnętrzne. Wydawnictwa Lekarskie PZWL, wyd. VI, Warszawa 1996.
- [8] A. SZYMAŃSKI: *Mol* jako jednostka podstawowa układu SI. Pomiary, Automatyka, Kontrola, 1975, Nr 10, s. 392-393.
- [9] Zarządzenie Nr 4 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 17 stycznia 1997 roku w sprawie ustalenia nazw, definicji i oznaczeń legalnych jednostek miar; Dziennik Urzędowy Miar i Probiernictwa, Nr 2, Warszawa, 25 lutego 1994, s. 25-44.