





1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Κλινική Βιοχημεία, ασχολείται με τον προσδιορισμό των συστατικών των βιολογικών υγρών (κυρίως αίματος, ούρων κ.λπ.) και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους. Χρησιμοποιεί γνώσεις της αναλυτικής χημείας, της βιοχημείας και της ιατρικής. Σκοπός της είναι να δώσει πληροφορίες, που είναι απαραίτητες για την εκτίμηση της κατάστασης (φυσιολογικής ή παθολογικής) του ανθρώπου.

Εκτός της ορολογίας, ένα απ' τα πλέον βασικά στοιχεία «συνεννόησης» των επιστημόνων, είναι και οι μονάδες έκφρασης των αποτελεσμάτων των βιοχημικών προσδιορισμών.

Παλαιότερα οι μονάδες έκφρασης των αποτελεσμάτων δίνονταν αυθαίρετα και συνήθως με τα ονόματα των επιστημόνων-ερευνητών που εφάρμοζαν τη συγκεκριμένη μέθοδο προσδιορισμού. Έτσι για παράδειγμα, για τη μέτρηση της αλκαλικής φωσφατάσης, μέχρι πρόσφατα χρησιμοποιούσαμε τις μονάδες Bodansky, ενώ για τη μέτρηση της αιμοσφαιρίνης, παλιότερα, τις μονάδες Shali, κ.λπ.

Ήταν αναγκαίο, λοιπόν, για την κατανόηση και τη σωστή αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών εξετάσεων να υπάρχει διεθνώς, ενιαίος τρόπος έκφρασής τους. Τα αποτελέσματα των βιοχημικών προσδιορισμών εκφράζονται, συνήθως, με το βάρος της προσδιοριζόμενης ουσίας, σε όγκο 100 ή 1000 mL του εξεταστέου υγρού (αίματος, ούρων κ.λπ.). Έτσι, το 1966 υιοθετήθηκε από τη Διεθνή Ομοσπονδία Κλινικής Χημείας **το μετρικό σύστημα**, που είχε τις εξής βασικές μονάδες: **μήκους**, το μέτρο (**m**), **όγκου**, το κυβικό μέτρο (**m³**), και μονάδα **βάρους** το γραμμάριο (**gr**).

Τα αποτελέσματα των βιοχημικών προσδιορισμών, εκφράζονταν σε gr ή mg, στα 100 κυβικά εκατοστά του αίματος ή άλλου υγρού. Είναι η γνωστή έκφραση, "mg%" που θεωρείται αδόκιμη, γιατί δεν προσδιορίζουμε το ποσοστό μιας ουσίας, αλλά το ποσό της, σ' ένα υγρό δείγμα.

Το μετρικό σύστημα αντικαταστάθηκε από το **Διεθνές Σύστημα Μονάδων (Système International d' Units ή SI)** το 1967 και το 1977 αποφασίστηκε από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (W.H.O.) η εφαρμογή του στις μετρήσεις των ιατρικών εργαστηριακών εξετάσεων.

1.2 ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ (S.I.)

Με την εφαρμογή του συστήματος αυτού, έχουμε τις ακόλουθες μεταβολές:

α) Μονάδα όγκου δεν είναι πλέον το κυβικό μέτρο (**m³**) αλλά το **λίτρο (L)**.

β) Μονάδα βάρους δεν είναι μόνο το **γραμμάριο (g)**, αλλά και το **γραμμομόριο (mol)**. Το γραμμάριο, χρησιμοποιείται για τις ουσίες που έχουν απόλυτα γνωστό

μοριακό βάρος, ενώ για τις υπόλοιπες, χρησιμοποιείται το γραμμομόριο (mol).

Παρ' όλα αυτά, ακόμη και σήμερα στη χώρα μας, χρησιμοποιούνται πολλές φορές εκφράσεις και από τα δύο συστήματα μονάδων μέτρησης.

Στους πίνακες που ακολουθούν, αναφέρονται οι βασικές μονάδες, οι υποδιαιρέσεις και τα σύμβολά τους.

Μεγέθη	Βασική μονάδα	Σύμβολο
μήκος	μέτρο	<i>m</i>
μάζα	χιλιόγραμμα	<i>kg</i>
χρόνος	δευτερόλεπτο	<i>s</i>
ποσότητα ουσίας	γραμμομόριο	<i>mol</i>
καταλυτική ποσότητα	κατάλ	<i>kat</i>

Πίνακας 1.1: Οι βασικές μονάδες και τα σύμβολά τους στο S.I.

Μέγεθος	Σύμβολο	Αριθμητικό ποσό
<i>Tera</i>	<i>T</i>	10^{12}
<i>Giga</i>	<i>G</i>	10^9
<i>Mega</i>	<i>M</i>	10^6
<i>Kilo</i>	<i>K</i>	10^3
<i>deci</i>	<i>d</i>	10^{-1}
<i>centi</i>	<i>c</i>	10^{-2}
<i>mili</i>	<i>m</i>	10^{-3}
<i>micro</i>	μ	10^{-6}
<i>nano</i>	<i>n</i>	10^{-9}
<i>pico</i>	<i>p</i>	10^{-12}
<i>femto</i>	<i>f</i>	10^{-15}
<i>atto</i>	<i>a</i>	10^{-18}

Πίνακας 1.2: Πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια προθέματα μονάδων.

1. Μονάδες μήκους

Βασική μονάδα μήκους είναι το μέτρο (m). Στην κλινική βιοχημεία, χρησιμοποιείται στη φασματοφωτομετρία για τη μέτρηση του μήκους κύματος, του οποίου μονάδα μέτρησης, είναι το **νανόμετρο (nm)**.

Μονάδα	Σύμβολο	Ορισμός
Μέτρο	m	
μิลιμέτρ ή χιλιοστόμετρο	mm	10^{-3} m
μικρόμετρο	μm	10^{-6} m
νανόμετρο	nm	10^{-9} m
πικόμετρο	pm	10^{-12} m

Πίνακας 1.3: Το μέτρο και οι υποδιαίρεσεις του.

2. Μονάδες μάζας

Μονάδα μάζας είναι το χιλιόγραμμα (kg) και το γραμμομόριο (mol). Για ουσίες που έχουν απόλυτα γνωστό μοριακό βάρος, πρέπει στις μετρήσεις το mol να αντικαταστήσει πλήρως τις μονάδες μάζας. Οι παλαιότερες μονάδες g/100 mL ή mg/100 mL ή g/dL, πρέπει να αντικατασταθούν.

Όμως για ουσίες που δεν έχουν σταθερό μοριακό βάρος, όπως τα ολικά λευκώματα, οι ανοσοσφαιρίνες κ.λ.π., εξακολουθεί να χρησιμοποιείται το g και το mg, αλλά με αναφορά στο λίτρο (L), και όχι ανά dL.

Δηλαδή, οι μονάδες που πρέπει να χρησιμοποιούνται είναι: **mol/L ή mmol/L, και g/L ή mg/L.**

Μονάδα	Σύμβολο	Ορισμός
Χιλιόγραμμα	kg	
γραμμάριο	g	10^{-3} kg
μιλλιγκράμ ή χιλιοστογραμμάριο	mg	$10^{-6} \text{ kg} = 10^{-3} \text{ g}$
μικρογκράμ ή μικρογραμμάριο	μg	$10^{-9} \text{ kg} = 10^{-6} \text{ g}$
νανογκράμ	ng	$10^{-12} \text{ kg} = 10^{-9} \text{ g}$
πικογκράμ	pg	$10^{-15} \text{ kg} = 10^{-12} \text{ g}$
φεμτογκράμ	fg	$10^{-18} \text{ kg} = 10^{-15} \text{ g}$

Πίνακας 1.4: Το χιλιόγραμμα και οι υποδιαίρεσεις του.

Μονάδα	Σύμβολο	Ορισμός
Γραμμομόριο (mol)	mol	
μίλιμολ	mol	10^{-3} mol
μίκρομολ	μmol	10^{-6} mol
νάνομολ	nmol	10^{-9} mol
πίκομολ	pmol	10^{-12} mol

Πίνακας 1.5: Το γραμμομόριο και οι υποδιαίρεσεις του.

3. Μονάδες όγκου

Ως βασική μονάδα όγκου χρησιμοποιούμε **το λίτρο**, που συμβολίζεται με το **L**.

Μονάδα	Σύμβολο	Ορισμός
Λίτρο	L	
ντεσιλίτρο ή δεκατόλιτρο	dL	10^{-1} L
μιλλιλίτρο ή χιλιοστόλιτρο	mL	10^{-3} L
μικρολίτρο	μL	10^{-6} L
νανολίτρο	nL	10^{-9} L
πικολίτρο	pL	10^{-12} L
φεμτολίτρο	fL	10^{-15} L

Πίνακας 1.6: Το λίτρο και οι υποδιαίρεσεις του.

4. Μονάδες μέτρησης ιόντων.

Όταν οι ουσίες που προσδιορίζουμε στα βιολογικά δείγματα βρίσκονται υπό μορφή ιόντων, τότε χρησιμοποιούμε το **γραμμοϊσοδύναμο (Eq)** για να εκφράσουμε το ποσό τους. Ειδικότερα χρησιμοποιούμε τις εκφράσεις, γραμμοϊσοδύναμο ανά λίτρο (**Eq/L**) ή χιλιοστοϊσοδύναμο ανά λίτρο (**mEq/L**). Ουσίες που μετρούνται σε mEq/L είναι οι **ηλεκτρολύτες** (κάλιο, νάτριο, ασβέστιο, μαγνήσιο), παρ' όλο που και αυτές πρέπει να εκφράζονται, πλέον, σε **mol/L**.

5. Μονάδες μέτρησης ενζύμων.

Στην περίπτωση των ενζύμων, δεν μπορούμε να μετρήσουμε τη συγκέντρωσή τους σε ένα δείγμα, αλλά την καταλυτική τους δραστικότητα. Ως μονάδα μέτρησής τους χρησιμοποιείται **η διεθνής μονάδα ενζυμικής δράσης, I.U. ή U** (International Unit). Ως μία διεθνής μονάδα, ορίζεται η ποσότητα του ενζύμου που καταλύει την αντίδραση 1 μmol υποστρώματος ανά λεπτό. Εκφράζεται δε, σε **U/L ή mU/L**.

Η μονάδα αυτή τείνει να αντικατασταθεί από την προερχόμενη από το S.I. μονάδα, το katal που εκφράζεται, ως **kat/L**.

Τέλος, αναφέρουμε ότι τον ίδιο τρόπο μέτρησης ακολουθούμε και στη μέτρηση των ορμονών, δηλαδή U/L.

6. Μετατροπή μονάδων

Επειδή η πλήρης καθιέρωση των μονάδων του S.I. απ' όλες τις χώρες δεν έχει ολοκληρωθεί, απαιτείται στα εργαστήρια να γίνεται μετατροπή των παλαιών μονάδων στις νέες, με βάση τους πίνακες μετατροπής.

α) Μετατροπή των mg/dL σε mmol/L

Το γραμμομόριο μιας ουσίας, είναι το βάρος της σε g, δια του μοριακού της βάρους. Δηλαδή, $\text{mol} = \frac{\text{g}}{\text{M.B.}}$

Άρα, για να μετατρέψουμε το βάρος της ουσίας σε mol, διαιρούμε το βάρος που έχει σε 1000 mL, δια του M.B, ως εξής:

$$\text{mmol/L} = \frac{\text{mg/dL} \times 10}{\text{M.B.}}$$

Σημείωση: Ο πολλαπλασιασμός επί 10, γίνεται για να μετατρέψουμε τα 100 mL, σε λίτρο.

Παράδειγμα:

Έστω ότι η τιμή της γλυκόζης στον ορό αίματος βρέθηκε, 90 mg/dL. Πόσα mmol/L είναι; (M.B. γλυκόζης 180)

Σύμφωνα με τον τύπο έχουμε: $\text{mmol/L γλυκόζης} = \frac{90 \times 10}{180} = 5$
 Άρα τα 90 mg/dL γλυκόζης, αντιστοιχούν σε 5 mmol/L.

β) Μετατροπή των mEq/L σε mmol/L

Γίνεται με βάση τον τύπο: $\text{mmol/L} = \frac{\text{mEq/L}}{\text{σθένος}}$

Όταν η ουσία είναι μονοσθενής, π.χ. Na, K, τότε δεν αλλάζει τίποτα, δηλαδή τα mmol/L = mEq/L, ενώ όταν είναι δισθενής, διαιρούμε δια 2, (π.χ. Ca, Mg).

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

• Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε και να χρησιμοποιούμε για κάθε μέτρηση την αντίστοιχη μονάδα. Αποτελέσματα χωρίς αναφορά στη μονάδα μέτρησης δεν πρέπει να δίνονται, και δεν έχουν κανένα αντίκρισμα.

• Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι κάθε σύστημα μονάδων μέτρησης έχει τις βασικές του μονάδες, και τις παραγόμενες. Το Διεθνές Σύστημα (S.I.), χρησιμοποιεί ως βασική μονάδα μήκους το **μέτρο (m)**, βασική μονάδα μάζας το **κιλό (kg)**, ποσότητας ουσίας το γραμμομόριο (**mol**), μονάδα χρόνου το **δευτερόλεπτο (s)**, μονάδα θερμοκρασίας την **κλίμακα του Κελσίου (°C)**.

• Παραγόμενες μονάδες: όγκου είναι το λίτρο (L), ιόντων (φορτίου) είναι το γραμμοϊσοδύναμο (Eq) και μονάδα ενζυμικής δραστηριότητας είναι το (U) ή το kat.

Οι αλλαγές που προκύπτουν από την εφαρμογή του διεθνούς συστήματος είναι οι εξής:

α) Μονάδα όγκου είναι πλέον το **λίτρο (L)**. Άρα, εκφράσεις όπως, κατά κυβικό χιλιοστό (κ.κ.χ.) ή mm^3 δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται.

β) Μονάδα μάζας είναι το **mg/L** και το **g/L** και όχι τα $\text{mg}/100\text{ mL}$ ή mg/dL , παρ' όλο που στη χώρα μας χρησιμοποιούνται ακόμη. Επίσης, για ουσίες με ασταθές M.B., χρησιμοποιείται το γραμμομόριο και οι υποδιαίρέσεις του: **mol/L, mmol/L και $\mu\text{mol/L}$** .

γ) Η μέτρηση των ηλεκτρολυτών πρέπει, επίσης, να γίνεται σε **mmol/L**, και όχι σε mEq/L .

δ) Το **gr** γράφεται πλέον ως **g**.

ε) Το **K**, σημαίνει **χίλια**, και δεν γράφεται ποτέ μόνο του (π.χ. Km = χιλιόμετρο)

στ) Το λεπτό και το δευτερόλεπτο δεν συμβολίζονται ως (') και ("), αλλά ως **min** και **s**, αντίστοιχα.

ζ) Η έκφραση «**mg%**» **δεν πρέπει να χρησιμοποιείται** σε καμία περίπτωση.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι η βασική μονάδα μήκους, μάζας, χρόνου, και ποσότητας στο Διεθνές Σύστημα (S.I.);
2. Πώς συμβολίζεται το νανόμετρο, πώς το μικρόμετρο και πώς ορίζονται βάσει της βασικής μονάδας μήκους;
3. Πώς συμβολίζονται τα: मिलीग्राम, микроग्राम και नानοग्राम, και πώς ορίζονται βάσει της βασικής μονάδας μάζας;
4. Πώς συμβολίζονται τα: मिलीलीτρο, микроλίτρο και नानολीτρο, και πώς ορίζονται βάσει του λίτρου;
5. Έστω ότι η ποσότητα του σακχάρου που μετρήσαμε στον ορό αίματος είναι 140 mg/dL. Πόσα mmol/L είναι;
6. Να μετατρέψετε σε mL, τα 10, 20, 50, 100, 200, και 500 μικρόλιτρα.
7. Πότε χρησιμοποιούμε το g και πότε το mol, για τη μέτρηση ποσότητας ουσιών στην κλινική βιοχημεία;
8. Ποια είναι η μονάδα μέτρησης των ενζύμων, και ποια των ηλεκτρολυτών στο Διεθνές Σύστημα;