

ΟΣΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΙΑ

Ι.Π. ΣΟΦΙΑΝΟΣ

Α. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΕΠΙΓΡΑΜΜΑΤΙΚΕΣ ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΕΙΣ - ΟΡΙΣΜΟΙ - ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Οστική πυκνομετρία: Ο γενικός αυτός όρος περιλαμβάνει όλες τις σύγχρονες τεχνικές που έχουν επινοηθεί και οι οποίες με μικρό ποσοστό λάθους μπορούν να υπολογίσουν την περιεκτικότητα του οστού σε μεταλλικά στοιχεία και επομένως, έμμεσα, την οστική πυκνότητα.

Αρκετές τεχνικές διατίθενται σήμερα, απλές ή σύνθετες, σχετικά φθηνές έως πολύ ακριβές. Όλες αποβλέπουν, με διαφορετική ακρίβεια και επιτυχία η κάθε μία, στην εκτίμηση της κατάστασης του οστού στην πρωτοπαθή και τη δευτεροπαθή οστεοπόρωση, καθώς επίσης και στην παρακολούθηση της πορείας της νόσου και της ανταπόκρισής της στη θεραπευτική αγωγή, με τελικό ζητούμενο τη δυνατότητα πρόβλεψης, εμμέσως, του κινδύνου εμφάνισης οστεοπορωτικού κατάγματος. Η εκτίμηση της ποιότητας του περί την πρόθεση ολικής αρθροπλαστικής οστίτη ιστού είναι μια νέα εφαρμογή της οστικής πυκνομετρίας.

Η οστική πυκνομετρία μετρά την ποσότητα και όχι την ποιότητα του οστού. Σύμφωνα με την Consensus Development Conference του 1993, η οστεοπόρωση είναι “μια συστηματική νόσος του σκελετού, που χαρακτηρίζεται από χαμηλή οστική μάζα και διαταραχή της μικροαρχιτεκτονικής του οστίτη ιστού, με επακόλουθο την αυξημένη ευθραυστότητα των οστών και την αυξημένη πιθανότητα καταγμάτων”. Ο ορισμός αυτός υποδηλώνει, μεταξύ άλλων, ότι η αρχιτεκτονική του οστίτη ιστού, που δεν είναι μετρήσιμη σήμερα, μπορεί να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον κίνδυνο κατάγματος. Αυτός είναι και ο λόγος που με τις τρέχουσες μεθόδους μέτρησης η πρόβλεψη ενός μελλοντικού κατάγματος γίνεται με αρκετό ποσοστό λάθους.

Τα οστά είναι μεταβολικά ενεργά σε όλη τη διάρκεια της ζωής. Υφίστανται συνεχή ανανέωση ως συνέπεια δύο αντίθετων μεταξύ τους δράσεων, της αποδόμησης (οστεοκλαστική δραστηριότητα, σχηματισμός κοιλοτήτων απορρόφησης) και της αναδόμησης (οστεοβλαστική δραστηριότητα, παραγωγή κολλαγόνου, πλήρωση του δημιουργηθέντος κενού, μετάλλωση). Η συνολική διαδικασία έχει διάρκεια 100 ημερών περίπου, και σε ετήσια βάση καταλήγει στην αντικατάσταση του 10% του οστού του ενήλικα. Διαταραχή της σχέσης προς όφελος της αποδόμησης έχει ως συνέπεια την εμφάνιση οστεοπόρωσης (πίνακας 1). Η ανάπλαση είναι μία διαδικασία που συμβαίνει στην επιφάνεια του οστίτη ιστού. Ο σπογγώδης ιστός, λόγω της αρχιτεκτονικής του, παρέχει περισσότερη επιφάνεια προς ανάπλαση από τον συμπαγή (αυξημένο πηλίκο επιφάνειας προς μάζα). Έτσι, η οστεοπόρωση προσβάλλει περισσότερο τον σπογγώδη οστίτη ιστό (σπονδυλική στήλη, ισχία, καρπός).

Πίνακας 1. Αίτια οστεοπόρωσης

Συνήθη:	Γήρανση Μετεμμηνοπαυσιακή
Λιγότερο συνήθη:	Κορτικοειδή Οινόπνευμα Έκπτωση γονάδων Υπερθυρεοειδισμός Νεοπλασία (π.χ. μυέλωμα) Ακτινοποίηση Ηπατοπάθεια Χρόνια νεφρική ανεπάρκεια
Σπάνια:	Γαστρεκτομή Κύηση Μαστοκύτωση / ηπαρίνη Ατελής Οστεογένεση Σύνδρομο Turner Υπερπρολακτιναιμία

Β. ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ

Πριν από την ανάπτυξη των μεθόδων και των τεχνικών διάγνωσης της οστεοπόρωσης, η διάγνωση ετίθετο με την εμφάνιση του πρώτου οστεοπορωτικού κατάγματος στον ασθενή. Όμως, αυτό σήμαινε, ήδη, απώλεια του 30% της οστικής μάζας, πράγμα που απέκλειε την πρόληψη που βασίζεται στην έγκαιρη διάγνωση.

Θα ήταν αδιανόητο να σκεφθεί κανείς ότι μπορούμε να παραβλέψουμε τη συμβολή της κλινικής εξέτασης στη διάγνωση της οστεοπόρωσης. Απλώς αυτή δεν είναι σήμερα το αντικείμενο της μελέτης μας και δε θα αναφερθούμε σε αυτήν.

Σήμερα, η διάγνωση μπορεί να τεθεί έγκαιρα με την εφαρμογή των διαφόρων τεχνικών και μηχανημάτων της οστικής πυκνομετρίας. Μπορούμε γενικά, να σχηματισμούμε τις τεχνικές και τα μηχανήματα, δια των οποίων αυτές εφαρμόζονται, σε ομάδες:

- Συμβατική Ακτινογράφιση (ακτινολογικοί δείκτες).
- Τεχνολογία Υπερήχων.
- Τεχνολογία Μαγνητικού Συντονισμού.
- Τεχνολογία Πηγής Ραδιοϊσότοπου.
- Τεχνολογία Πηγής Ακτίνων Χ.

Μηχανήματα που χρησιμοποιούν πηγή ραδιοϊσότοπου δε χρησιμοποιούνται πλέον, και έχουν αντικατασταθεί από παρόμοια μηχανήματα πηγής ακτίνων Χ.

Σε σχέση με την περιοχική μέτρησης έχουμε τις επιλογές:

- εκτίμησης της κατάστασης του οστίτη ιστού στον περιφερικό σκελετό (άκρα χειρ, άκρος πους, αντιβράχιο) και
- εκτίμησης της κατάστασης του οστίτη ιστού στον αξονικό σκελετό (ΣΣ, ισχίο).

Σε σχέση με τη λειτουργικότητα της περιοχής έχουμε τις επιλογές:

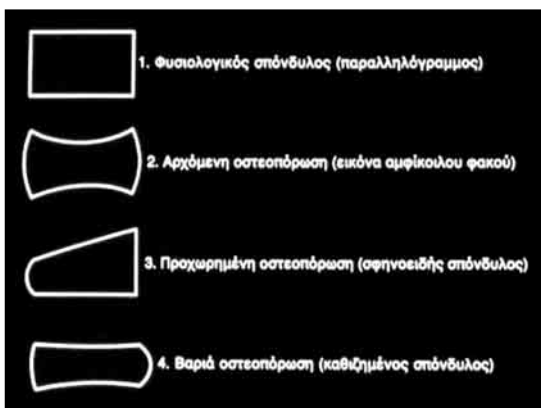
- εκτίμησης φορτιζόμενης μάζας οστίτη ιστού, και
- εκτίμησης μη φορτιζόμενης μάζας οστίτη ιστού.

Όσον αφορά τη σύσταση του οστίτη ιστού (λόγος σπογγώδους / συμπαγούς), γνωρίζουμε ότι ο σπογγώδης οστίτης ιστός, με μεγαλύτερη μεταβολικά ενεργή επιφάνεια, υφίσταται πρώιμα μεταβολή στη σύστασή του και έτσι, η εμφάνιση οστεοπόρωσης θα ανιχνευθεί νωρίτερα σε οστά που κυριαρχεί ο σπογγώδης οστίτης ιστός.

Σε σχέση με τη μετρούμενη διάσταση στο χώρο της υπό εξέταση περιοχής διακρίνουμε:

- Μέτρηση της προβολής σε επίπεδο της υπό εξέταση περιοχής (μέτρηση δύο διαστάσεων). Αυτές είναι οι τεχνικές της απλής και διπλής απορρόφησης ακτίνων Χ, SEXA, DEXA. Μετρούν τη φαινομενική και όχι την αληθινή πυκνότητα οστού. Παρ' όλα αυτά, τα αποτελέσματά τους δίδονται ή σε μονάδες οστικής πυκνότητας - BMD και μετρούνται σε gr/cm^2 ή σε μονάδες οστικής περιεκτικότητας σε άλατα - BMC και μετρούνται σε gr.

- Μέτρηση του πραγματικού όγκου της υπό εξέταση περιοχής (μέτρηση τριών διαστάσεων). Αυτή είναι η τεχνική της Ποσοτικής Υπολογιστικής Τομογραφίας, QST, η οποία μετρά την πραγματική πυκνότητα, που εκφράζεται σε gr/cm^3 .



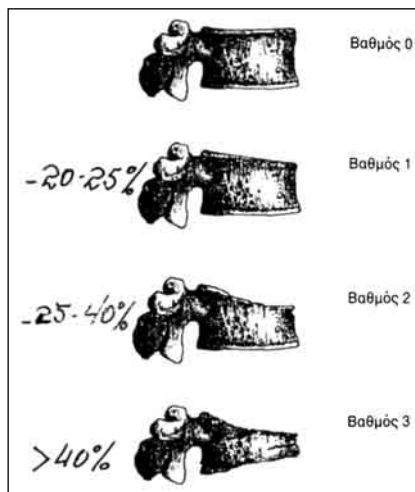
Εικόνα 1Α. Παραμορφώσεις των σπονδυλικών σωμάτων, όπως φαίνονται σε πλάγια ακτινογραφία της σπονδυλικής στήλης. 1. Φυσιολογικός σπόνδυλος. 2. Αμφικοίλη παραμόρφωση. 3. Σφηνοειδής παραμόρφωση. 4. Συμπιεστικό κάταγμα. **Β.** Ο σπονδυλικός δείκτης μετράται σε πλάγια ακτινογραφία της σπονδυλικής στήλης σε 13 ή 15 σπόνδυλους. Στο παράδειγμα μετρώνται 15 σπόνδυλοι και βαθμολογούνται ανάλογα με την παραμόρφωση καθενός σπονδύλου. Το άθροισμα (εδώ 31) είναι ο σπονδυλικός δείκτης. Άθροισμα μεγαλύτερο του 23 είναι ενδεικτικό για εγκατεστημένη οστεοπόρωση.

Γ. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΣΤΙΚΗΣ ΜΑΖΑΣ

1. Μελέτη της οστικής πυκνότητας με βάση τη Συμβατική Ακτινογραφία

Η λέπτυνση και η αραίωση της σύστασης του φλοιού και

η εμφανής απουσία των ειδικών δοκιδικών δομών του αυχένα του μηριαίου και των σπονδυλικών σωμάτων είναι τα χαρακτηριστικά της οστεοπόρωσης, που αναγνωρίζονται στην απλή ακτινογραφία. Όμως, για να γίνουν εμφανή αυτά τα χαρακτηριστικά θα πρέπει το οστό να έχει χάσει το 30-50% της μάζας του, πράγμα που σημαίνει ότι είναι πολύ πιθανόν να έχει ήδη υποστεί κάταγμα.



Εικόνα 2. Ο σπονδυλικός δείκτης Jergas-Genant

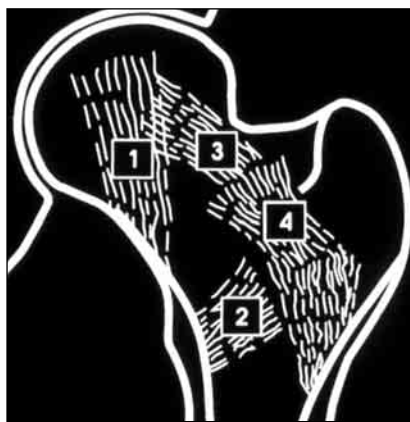
Έχουν προταθεί αρκετές μέθοδοι εκτίμησης της οστεοπόρωσης με βάση την απλή ακτινογραφία. Παρά το ότι είναι δυνατόν να ληφθούν κάποιες πληροφορίες από αυτές, υπάρχει το δεδομένο της ουσιώδους διαφοράς εκτίμησης από παρατηρητή σε παρατηρητή στις οπτικές μεθόδους.

Για την αντικειμενική εκτίμηση της οστεοπόρωσης περισσότερο πειστικοί και χρήσιμοι είναι οι ακτινολογικοί δείκτες, οι οποίοι βασίζονται στη μεταβολή του σχήματος και της εν γένει απεικόνισης των οστών:

- Ο σπονδυλικός δείκτης Vignion-Meunier βασίζεται στην προοδευτική παραμόρφωση των σπονδύλων κατά την πορεία της οστεοπόρωσης (εικόνες 1Α, Β).
- Ο σπονδυλικός δείκτης Jergas-Genant (εικόνα 2).
- Ο μηριαίος δείκτης εκτιμά την δοκιδική διάταξη της περιοχής του αυχένα του μηριαίου (εικόνα 3).
- Ο μετακαρπιαίος δείκτης (2ο ή και τα πέντε μετακάρπια).
- Ο δείκτης Exton - Smith και Barnett-Nordin (2ο μετακάρπιο).
- Ο περνικός δείκτης.
- Ο κνημιαίος δείκτης.

Γενικά, οι δείκτες δεν μπορούν να παράσχουν ακριβή μετρική εκτίμηση της οστικής πυκνότητας και χρησιμοποιούνται για την αδρή μελέτη του βαθμού οστεοπόρωσης.

2. Ακτινογραφική Απορροφησιμετρία (Radiographic Absorptiometry)



Εικόνα 3. Το άνω άκρο του μηριαίου οστού έχει 4 κύρια δοκιδικά συστήματα. 1. Πρωτεύον συμπίεσης. 2. Δευτερεύον συμπίεσης. 3. Πρωτεύον ελκυσμού. 4. Δευτερεύον ελκυσμού. Στην οστεοπόρωση παρατηρείται βαθμιαία εξαφάνιση των δοκιδικών αυτών συστημάτων.

Μία τυποποιημένη ακτινογραφία της άκρας χειρός λαμβάνεται με σύγχρονη απεικόνιση σε αυτήν ενός σφηνοειδούς τεμαχίου αλουμινίου, με την πυκνότητα του οποίου συγκρίνεται μετά την ψηφιοποίησή της. Τα αποτελέσματα δίνονται σε ισοδύναμες τιμές πυκνότητας αλουμινίου. Σε μερικές χώρες χρησιμοποιούνται μηχανήματα που σπηρίζονται σε αυτή την αρχή μέτρησης.

3. Απορροφησιμετρία Ακτίνων Χ, Μιας Ενέργειας (SXA)

Οι μετρήσεις με πηγή ακτίνων Χ μιας ενέργειας γίνονται μόνο στον περιφερικό σκελετό και συγκεκριμένα στην κερκίδα ή στην πτέρνα. Το αποτέλεσμα της μέτρησης δίνεται σε περιεχόμενο οστού σε άλατα, BMC-gr ή σε οστική πυκνότητα της προβολής της περιοχής μέτρησης, BMD-gr/cm². Η μέθοδος είναι απλή, χωρίς ταλαιπωρία του ασθενούς, και δίνει πολύ καλή πρόγνωση του κινδύνου κατάγματος στις περιοχές που μετρά. Επειδή, όμως, τα κατάγματα ισχίου, με τον υψηλό βαθμό νοσηρότητας και θνησιμότητας, και τα κατάγματα των σπονδύλων, με την υψηλή τους συχνότητα στην οστεοπόρωση, ενδιαφέρουν περισσότερο τον ιατρό, οι περισσότεροι ιατροί προτιμούν μεθόδους που μετρούν την οστική πυκνότητα σε αυτές τις περιοχές.

4. Απορροφησιμετρία Ακτίνων Χ, Δύο Ενεργειών (DEXA)

Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται πηγή ακτίνων Χ, όπου με τη χρήση ειδικών φίλτρων παράγεται φάσμα διπλής ενέργειας. Η διπλή δέσμη ακτίνων είναι απαραίτητη για το διαχωρισμό του οστίτη ιστού από τα μαλακά μόρια. Ο χρόνος μέτρησης και ο χρόνος έκθεσης είναι μειωμένοι. Η μέθοδος χρησιμοποιείται για μετρήσεις οστικής μάζας του αξονικού σκελετού (ισχίο, ΟΜΣΣ), ολόκληρου του σκελετού, πλάγιας εκτίμησης της ΟΜΣΣ και εκτίμησης του ολικού λίπους του σώματος (total body composition assessments). Με ειδική τεχνική είναι δυνατόν να μετρηθεί και η ποιότητα του οστού γύρω από τη μηριαία πρόθεση. Όπως και η SXA, δεν έχει διακριτική ικανότητα μεταξύ φλοιώδους και

σπογγώδους οστού. Η οστική πυκνότητα μετράται σε μεμονωμένους σπονδύλους, αλλά και σε συνδυασμούς τους (Ο2-Ο4, ή Ο1-Ο4).

Λάθη μέτρησης μπορούν να εμφανισθούν επί:

- Οστεοαρθροπάθειας (αύξηση τοπικά της μάζας του οστού). Για τον έλεγχο του λάθους λαμβάνεται πλάγια προβολή.
- Συμπιεστικού κατάγματος σπονδύλου (αύξηση τοπικά της μάζας του οστού). Εξαιρείται του συνδυασμού ο σπόνδυλος.
- Χειρουργικής αφαίρεσης των οπίσθιων στοιχείων (ε-

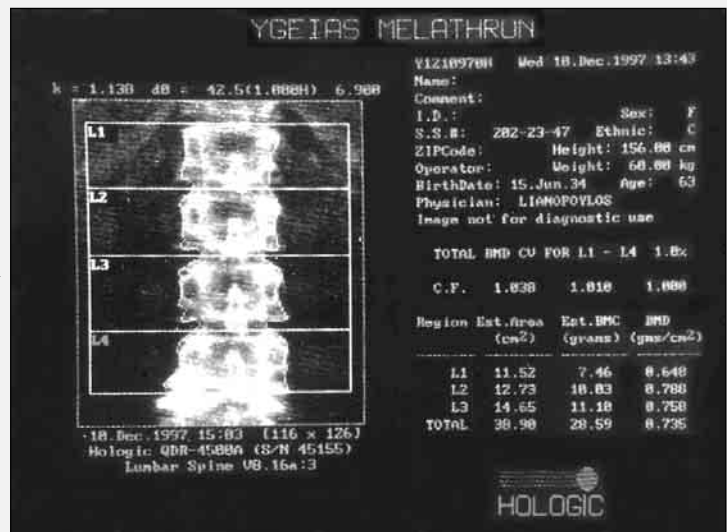
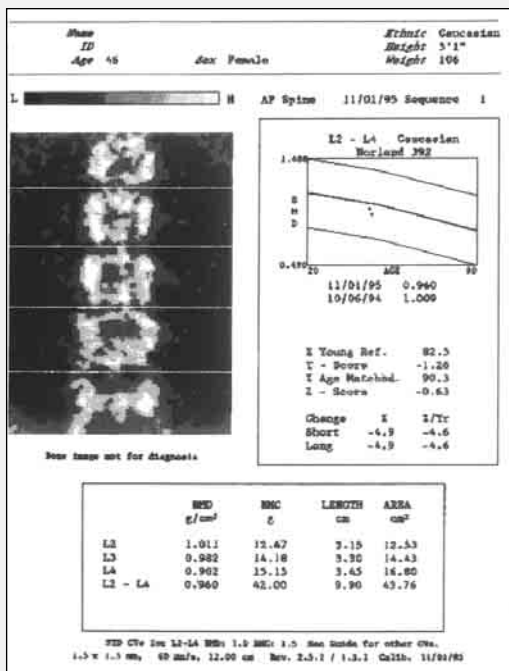
λάτωση τοπικά της μάζας του οστού).

Η μέθοδος είναι δημοφιλής, γιατί μετρά οστική πυκνότητα σε περιοχές υψηλού κινδύνου και άρα, ειδικού ενδιαφέροντος για τον ορθοπαιδικό, λόγω της εμφάνισης οστεοπορωτικών καταγμάτων. Η ευαισθησία, η αναπαραγωγιμότητα και η ακρίβεια της μεθόδου είναι πολύ καλές (πίνακας 2).

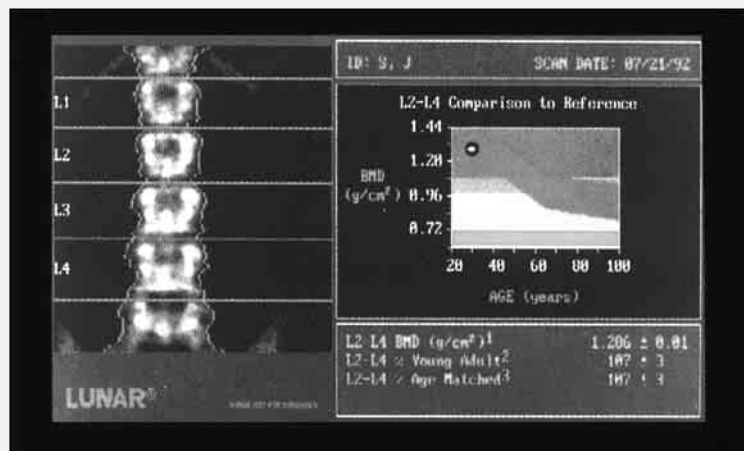
Τρεις παρόμοιες τεχνικές μέτρησης οστικής πυκνότητας, που εκφράζονται από αντίστοιχα μηχανήματα τριών εταιρειών (εικόνες 4 Α, Β, Γ), δίνουν αποτελέσματα που εκφράζονται δόκιμα, με τους παρακάτω τρόπους:



Εικόνα 4Α



Εικόνα 4Β



Εικόνα 4Γ

Εικόνα 4. Α,Β,Γ. Τρεις παρόμοιες τεχνικές μέτρησης οστικής πυκνότητας, που εκφράζονται από αντίστοιχα μηχανήματα τριών εταιρειών (εικόνες 4 Α, Β, Γ).

Ποσοστό της μέσης φυσιολογικής τιμής. Αφορά τη σύγκριση της ευρεθείσας τιμής με τη φυσιολογική τιμή νεαρών ενήλικων, ή τη μέση τιμή φυσιολογικών συνομήλικων. Επειδή δεν λαμβάνεται υπόψη το εύρος τιμών, δεν μπορούμε να γνωρίζουμε εάν η μετρηθείσα τιμή είναι εκτός φυσιολογικών ορίων.

Z - score. Εκφράζει τον αριθμό των σταθερών αποκλίσεων που απέχει η ευρεθείσα τιμή από τις αντίστοιχες φυσιολογικών ατόμων του ίδιου φύλου και ηλικίας. Εδώ, πρέπει να τονισθεί η αξία της δυνατότητας αναγωγής στον Ελληνικό πληθυσμό.

T - score. Εκφράζει τον αριθμό των σταθερών αποκλίσεων που απέχει η μετρηθείσα τιμή από την αντίστοιχη κορυφαία οστική πυκνότητα νεαρού ατόμου του ίδιου φύλου (πίνακας 3).

Κατώφλι κατάγματος για την ηλικία και το φύλο του εξεταζόμενου. Αυθαίρετη τιμή που διαφέρει στον ορισμό της ανάλογα με το μηχανήμα. Τις περισσότερες φορές ορίζεται σε 2 σταθερές αποκλίσεις κάτω από τη μέση τιμή νεαρών ατόμων του ίδιου φύλου. Και σε αυτή την περι-

πτωση, ο κίνδυνος κατάγματος θεωρείται αυξημένος.

5. Ποσοτική Υπολογιστική Τομογραφία (QST)

Διακρίνεται και αυτή σε μονής και διπλής ενέργειας. Λόγω της χαμηλής αναπαραγωγιμότητας και της διπλής έκθεσης στην ακτινοβολία, χρησιμοποιείται πρακτικά μόνο η μονής ενέργειας ΠΥΤ.

Το σπονδυλικό σώμα είναι η συνηθισμένη θέση εξέτασης. Είναι η μόνη μέθοδος που μπορεί να μετρήσει πραγματικά την πυκνότητα του οστού και να διακρίνει το φλοιώδες από το σπογγώδες οστό, μετρώντας χωριστά την πυκνότητα σε σύγκριση με συγκεκριμένης πυκνότητας υδροξυαπατίτη (μάρτυρας) που μετράται συγχρόνως. Η ακρίβεια και η αναπαραγωγιμότητα της μεθόδου μειονεκτούν της DEXA, αλλά και η προσλαμβανόμενη ακτινοβολία είναι σημαντική.

Επομένως, κύριο προσόν της μεθόδου είναι η δυνατότητα άμεσης μέτρησης της πυκνότητας του οστού. Τελευταία, η τεχνολογία έχει αναπτυχθεί με τη δυνατότητα ελικοειδούς λήψης, η οποία επιτυγχάνει υψηλής πιστότητας τρισδιάστατη ανασύνθεση του σπονδυλικού σώματος ή του ισχίου, ώστε να λαμβάνονται εξεζητημένες μετρήσεις οστικής πυκνότητας. Ειδικές, εξάλλου, κατασκευές αξονικών τομογράφων δίνουν τη δυνατότητα μέτρησης στον περιφερικό σκελετό, στην κερκίδα και στην κνήμη (pQST).

6. Ποσοτική μέτρηση του οστού με υπερήχους

Η μέτρηση περιορίζεται στον περιφερικό σκελετό και συγκεκριμένα στην πτέρνα, στην κνήμη, στην επιγονατίδα και στις φάλαγγες των δακτύλων. Η μεταβολή της ταχύτητας και η εξασθένηση της υπερηχητικής δέσμης, όταν διέρχεται από τους ιστούς, συσχετίζονται με την πυκνότητα αλλά και την αρχιτεκτονική του σπογγώδους ιστού, αν και το τελευταίο αμφισβητείται. Τα μετρούμενα μεγέθη συσχετίζονται έμμεσα με την οστική πυκνότητα. Η μέθοδος είναι χρήσιμη για επιδημιολογικές μελέτες (ασθενείς με αυξημένο κίνδυνο οστεοπορωτικού κατάγματος) αλλά δεν μπορεί, όμως, να υποκαταστήσει τις ανωτέρω περιγραφείσες μεθόδους απορροφησιμετρίας.

7. Ποσοτικός Μαγνητικός Συντονισμός

Χρησιμοποιείται ως ερευνητικό εργαλείο για τη μέτρηση του ποσού του οστού και της δοκιδικής αρχιτεκτονικής του. Μετράται ο χρόνος της T2-χαλάρωσης, που θεωρείται ότι σχετίζεται με την πυκνότητα του δοκιδικού δικτύου και την αρχιτεκτονική του.

8. Ανάλυση με ενεργοποίηση νετρονίων (Neutron activation analysis)

Πρόκειται για πυρηνική ενεργοποίηση με νετρόνια που χρησιμοποιείται για ερευνητικούς σκοπούς.

Πίνακας 2. Υπενθύμιση σχετικών εννοιών Στατιστικής

- **Ευαισθησία** μιας μεθόδου είναι η ικανότητά της να διαχωρίζει από τον πληθυσμό τους πάσχοντες.
- **Ειδικότητα** μιας μεθόδου είναι ο αριθμός των ατόμων που κατατάχθηκαν σωστά, ως υγιείς, με τη μέθοδο αυτή.
- **Η διαγνωστική ακρίβεια** ενός μηχανήματος εξαρτάται από τις φυσικές ιδιότητες της μεθόδου, τη σωματική κατασκευή του εξεταζόμενου και την εμπειρία του χειριστή.
- **Αναπαραγωγιμότητα** της μεθόδου είναι η ικανότητα να δίνεται το ίδιο αποτέλεσμα στην ίδια μέτρηση.
- **Ακρίβεια** της μεθόδου είναι ο βαθμός που η τιμή μέτρησης προσεγγίζει την πραγματική τιμή.
- **Κορυφαία οστική μάζα** είναι το μέγιστο ποσό οστικής μάζας που επιτυγχάνεται κατά την ωρίμανση του σκελετού.

Πίνακας 3. Κατάταξη της οστεοπόρωσης βάσει της οστικής πυκνότητας (Π.Ο.Υ.)

► Φυσιολογική	$-1 \leq T\text{-score}$
► Οστεοπενία	$-2,5 \leq T\text{-score}$
► Οστεοπόρωση	$T\text{-score} \leq -2,5$
► Βαριά οστεοπόρωση	$T\text{-score} \leq -2,5$ και ένα τουλάχιστον κάταγμα

Δ. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΕΧΝΙΚΗΣ

Η επιλογή της τεχνικής γενικά, επηρεάζεται από την επισημονική της καταξίωση, την κλινική της αξία, το κόστος της και την ευκολία με την οποία παρέχεται στον ασθενή. Η πραγματική τους αξία αναδεικνύεται από τη δυνατότητα εντόπισης των ατόμων που κινδυνεύουν να υποστούν οστεοπορωτικά κατάγματα. Η μέτρηση της οστικής πυκνότητας που επιτυγχάνεται με τις μεθόδους SXA, DEXA, QST και τους υπερήχους φαίνεται να έχει προγνωστική αξία για μελλοντικά οστεοπορωτικά κατάγματα στη ΣΣ και το ισχίο.

Σήμερα, δεν υπάρχει ομοφωνία στο εάν η μέτρηση της οστικής πυκνότητας σε μια περιοχή μπορεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες για την πιθανότητα οστεοπορωτικού κατάγματος σε κάποια άλλη περιοχή. Οι απόψεις κυμαίνονται από την τελείως αρνητική, έως την άποψη που αντιστοιχεί επακριβώς, μετρούμενη περιοχή με "συγγενή" περιοχή πιθανότητας εμφάνισης κατάγματος. Για το λόγο αυτό, θα λέγαμε ότι οι διάφορες τεχνικές είναι μάλλον συμπληρωματικές, παρά ανταγωνιστικές μεταξύ τους. Προτεραιότητα πάντως πρέπει να δίνεται, όπως πολλές φορές μέχρι τώρα τονίσαμε, στη μέτρηση περιοχών με ιδιαίτερο βιολογικό και επιδημιολογικό ενδιαφέρον (ισχίο και ΣΣ).

Η αναπαραγωγιμότητα είναι ένα εξαιρετικά σημαντικό στοιχείο, ιδιαίτερα εάν μας ενδιαφέρει η παρακολούθηση των μεταβολών στο σκελετό. Τεχνική με αναπαραγωγιμότητα 2%, που θα μετρήσει ετήσια οστική απώλεια 1%, χρειάζεται 5,6 χρόνια για να διαπιστώσει σημαντική οστική αλλαγή (πίνακας 4). Η DEXA με αναπαραγωγιμότητα 1%, για την ίδια ετήσια απώλεια, χρειάζεται μόνο 2 χρόνια. Άρα,

Πίνακας 4. Απαραίτητο διάστημα για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς ($p < 0,05$) απώλειας οστού (Kanis et al., 1983)

Ρυθμός απώλειας (% ετησίως)	Επαναληψιμότητα (CV %)	Ελάχιστο διάστημα (έτη)
1	1	2
	2	4
	5	8
2	10	16
	1	1
	2	2
	5	4
5	10	8
	1	1
	2	1
	5	2
	10	3

για την ανακάλυψη των πασχόντων, οι περισσότερες πυκνομετρικές τεχνικές είναι επαρκείς. Όμως, για την παρακολούθησή τους, ειδικότερες είναι αυτές που μετρούν τους σπονδύλους με ακρίβεια. Στους γηραιότερους ασθενείς (σπονδυλαρθροπάθεια - οστεόφυτα), η QST υπερέρχει της DEXA. Στο ισχίο, η DEXA υπερέρχει.

Πέρα αυτών των επιστημονικών δεδομένων, στην καθημερινή πρακτική του εξωτερικού ιατρού η εκλογή θα στηριχθεί περισσότερο σε πρακτικούς παράγοντες, όπως η τεχνική δυνατότητα της τοπικής κοινωνίας και η εμπειρία του ιατρού. Παγκοσμίως, η DEXA αναγνωρίζεται σήμερα ως η καταλληλότερη τεχνική μέτρησης της οστικής πυκνότητας στην κλινική πρακτική και στις δοκιμές φαρμακευτικών σχημάτων. Εξάλλου, οι οδηγίες του FDA για την αξιολόγηση των φαρμάκων, όπως και οι διαγνωστικές οδηγίες του WHO, είναι βασισμένες σε δεδομένα της DEXA.

Ε. ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΣΤΙΚΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Με βάση τις Διεθνείς Συναινετικές Συνεδριάσεις, οι ενδείξεις για τη μέτρηση της οστικής πυκνότητας διακρίνονται σε κύριες και δευτερεύουσες.

1. Κύριες Ενδείξεις:

- Γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση, μετά από ωοθηκτομή ή σε παρατεταμένη αμηνόρροια άλλης αιτιολογίας. Η μέτρηση της οστικής πυκνότητας θα αποτελέσει κριτήριο έναρξης της θεραπείας υποκατάστασης. Σε γυναίκες που μετρώνται στην αμέσως μετά την εμμηνόπαυση πε-

Πίνακας 5. Μετατροπές τιμών BMD* μεταξύ μηχανμάτων DEXA* (Hologic QDR 2000, Lunar DPX-L, Norland XR 26 Mark II)

ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗ ΣΤΗΛΗ (L2-L4, g/cm ²)		
BMD _{LUNAR}	= (1,074 x BMD _{HOLOGIC})	+ 0.054
BMD _{HOLOGIC}	= (0.906 x BMD _{LUNAR})	- 0.025
BMD _{NORLAND}	= (0.995 x BMD _{NORLAND})	+ 0.135
BMD _{NORLAND}	= (0.983 x BMD _{LUNAR})	- 0.112
BMD _{NORLAND}	= (1.068 x BMD _{HOLOGIC})	- 0.070
BMD _{HOLOGIC}	= (0.912 x BMD _{NORLAND})	+ 0.088
ΑΥΧΕΝΑΣ ΜΗΡΙΑΙΟΥ (neck, g/cm ²)		
BMD _{LUNAR}	= (1.013 x BMD _{HOLOGIC})	+ 0.142
BMD _{HOLOGIC}	= (0.836 x BMD _{LUNAR})	- 0.008
BMD _{NORLAND}	= (0.945 x BMD _{NORLAND})	+ 0.115
BMD _{NORLAND}	= (0.961 x BMD _{LUNAR})	- 0.037
BMD _{NORLAND}	= (1.030 x BMD _{HOLOGIC})	- 0.058
BMD _{HOLOGIC}	= (1.836 x BMD _{NORLAND})	+ 0.051

ρίοδο, εάν το T-score είναι μικρότερο ή ίσο μιας σταθεράς απόκλισης, τίθεται η ένδειξη για θεραπεία υποκατάστασης. Σε περιπτώσεις δυσχέρειας συμμόρφωσης με το σχήμα ή αντενδείξεων στο φάρμακο, η ασθενής τίθεται σε θεραπεία με καλσιπονίνη.

- Όταν στις απλές ακτινογραφίες εμφανίζονται σπονδυλικά κατάγματα. Η μη εύρεση καταγμάτων δε συνεπάγεται φυσιολογική οστική πυκνότητα. Σε περίπτωση κατάγματος, συνιστάται η μέτρηση διότι, κατά κανόνα, απαιτείται έναρξη θεραπείας (μείωση οστικής πυκνότητας κατά 30-50%).

- Άτομα με μακροχρόνια λήψη κορτικοειδών. Επιβάλλεται η έναρξη θεραπείας.

- Ασθενείς με πρωτοπαθή ασυμπτωματικό υπερπαραθυρεοειδισμό. Επί χαμηλής οστικής πυκνότητας τίθεται η ένδειξη χειρουργικής θεραπείας.

- Για την παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας της χορηγούμενης θεραπευτικής αγωγής.

2. Δευτερεύουσες, δυνητικές ενδείξεις:

Έλεγχος για κίνδυνο κατάγματος.

- Μαζικός έλεγχος.
- Επιλεκτικός έλεγχος.
- Σε άτομα που ανησυχούν.
- Σε άτομα με παράγοντες κινδύνου.
- Πριν την έναρξη θεραπείας με φάρμακα που επιδρούν στον οστικό μεταβολισμό.

Εντόπιση

- Ασθενών που δεν ανταποκρίνονται στη θεραπεία.
- Ασθενών με ταχεία οστική απώλεια.

Εκτίμηση ασθενών με υψηλό κίνδυνο

- Αμνηρόρροια.
- Θεραπεία με κορτικοειδή.
- Θεραπεία με αντιεπιληπτικά φάρμακα.
- Υπερθυρεοειδισμός και θεραπεία με θυροξίνη.
- Υπερπαραθυρεοειδισμός.
- Ψυχογενής ανορεξία.
- Ακινητοποίηση.
- Αλκοολισμός.
- Παθολογικά κατάγματα.

Σε ό,τι αφορά τη συχνότητα επανάληψης της εξέτασης δεν υπάρχει ομοφωνία. Οι περισσότεροι συμφωνούν ότι σε περιπτώσεις παρακολούθησης της αποτελεσματικότητας της θεραπείας οι έλεγχοι επαναλαμβάνονται κάθε 1-2 χρόνια. Σε περιπτώσεις που στην πρώτη εξέταση δε βρέθηκε οστεοπόρωση ή αυτή δεν ήταν τέτοιου βαθμού που να απαιτεί θεραπευτική αντιμετώπιση, η εξέταση επαναλαμβάνεται ανά 3-5 έτη.

ΣΤ. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΙΑΣ

Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων καθίσταται πολλές φορές προβληματική. Η ΠΟΥ, στηριζόμενη σε δεδομένα της

DEXA, καθόρισε τις κατευθυντήριες γραμμές ερμηνείας των αποτελεσμάτων, όπως ήδη έχουμε δει.

Νέο πρόβλημα αναφύεται από τη χρήση διαφορετικών τύπων μηχανημάτων. Είναι ταυτόσημες οι τιμές BMD μεταξύ διαφορετικών μηχανημάτων; Για να υπάρξει κάποια επίλυση στο πρόβλημα, έχουν επινοηθεί τύποι μετατροπής των τιμών BMD από μηχανήμα σε μηχανήμα (πίνακας 5). Όμως, αυτό αποτελεί λύση ανάγκης και γι' αυτό θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια να μετράται πάντα η οστική πυκνότητα στο ίδιο μηχανήμα και με τις ίδιες συνθήκες.

Ένα ποσοστό της τάξης του 25% των ασθενών με χαμηλή οστική πυκνότητα δεν θα ανιχνευθεί, εάν μετρηθεί σε μία μόνο θέση του σκελετού. Θα πρέπει λοιπόν να μετρώνται πάντα δύο θέσεις, εφόσον αυτό είναι εφικτό.

Σε περιπτώσεις εκφυλιστικής οστεοαρθροπάθειας υπάρχουν δύο εναλλακτικές λύσεις, η πλάγια μέτρηση και η μέτρηση σε άλλη θέση του σκελετού.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι εμφανές, λοιπόν, η διαπίστωση ότι λόγω της πολυπαραγοντικής φύσης του συνδρόμου της οστεοπόρωσης, το έλλειμμα της οστικής μάζας θα πρέπει να εκφράζεται και με άλλες παραμέτρους, εκτός της μετρούμενης δια των μεθόδων της πυκνομετρίας οστικής πυκνότητας.

Αυτό γίνεται ήδη, με την έκφραση του T-score και του Z-score, όπου λαμβάνεται υπόψη το φύλο και/ή η ηλικία του εξεταζόμενου. Έχει προταθεί να λαμβάνεται υπόψη και το βάρος και να γίνεται αναγωγή της τιμής σε αυτό.

Εκείνο που δεν έχει επιτευχθεί έως σήμερα, είναι η αξιόπιστη αναγωγή της μέτρησης σε έκφραση μονάδων κινδύνου κατάγματος, κάτι που παραμένει και το τελικό ζητούμενο. Οι δυσκολίες αυτού του εγχειρήματος είναι προφανείς και οφείλονται στην πολυπαραγοντική φύση της νόσου και του τρόπου πρόκλησης των καταγμάτων της. Αυτή την αδυναμία προσπαθεί να καλύψει ο πλουραλισμός στον τρόπο έκφρασης της BMD. Θα πρέπει πάντως να σημειωθεί, ότι μια τέτοια αδυναμία δεν είναι ασυνήθιστη στην ιατρική πράξη, όπου η έκφραση ενός παράγοντα κινδύνου δεν είναι πάντα ταυτόσημη με την κλινική έκφραση μιας νόσου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γ. Π. Λυρίνης. Οστεοπόρωση, Press Line, Αθήνα 1996.
2. American Academy of Orthopaedic Surgeons, Orthopaedic Basic Science.
3. Ε. Γεωργίου. Οστική Πυκνομετρία με DEXA. Αθήνα 1998, Rhone-Poulenc Rorer.
4. Επιστημονικό αρχείο ELPEN AE, Φαρμακευτική Βιομηχανία.