

La diagnostica per immagini nella determinazione della densità ossea

Andrea Soricelli



L'osso e le sue fasi di vita

L'osso è un tessuto metabolicamente attivo lungo tutto il ciclo vitale dell'uomo.

Nel corso della vita umana si possono distinguere, dal punto di vista del metabolismo osseo, due principali fasi:

- Fase di accrescimento-consolidamento
- Fase di decadimento

L'osso e le sue fasi di vita

La prima fase può essere suddivisa ulteriormente in:

- **Periodo di accrescimento:** presente nelle prime due decadi di vita con un picco nel periodo adolescenziale
- **Periodo di consolidamento:** l'ascesa rallenta fino all'età di 35-40 anni, con il raggiungimento del “picco di densità ossea”

L'osso e le sue fasi di vita

La riduzione della massa ossea che si verifica con il passare del tempo è un fenomeno fisiologico, che riguarda tutti gli individui.

La perdita ossea legata all'invecchiamento è sufficiente a portare una quota di uomini e donne, peraltro normali, in una situazione di fragilità ossea che li predispone a fratture anche per eventi traumatici minimi.

L'osso e le sue fasi di vita

- **La riduzione della massa ossea determina osteopenia, che può essere considerata una evoluzione fisiologica dell'invecchiamento dell'osso.**
- **Quando la riduzione della massa ossea diventa più marcata rispetto al processo fisiologico, si parla di osteoporosi.**

L'osso e le sue fasi di vita

Fattori determinanti la perdita di massa ossea:

- Fattori genetici (appartenenza etnica, familiarità, costituzione esile)
- Stile di vita (fumo, droga, sedentarietà, etc.)
- Menopausa precoce o menarca ritardato
- Fattori nutrizionali (dieta povera di calcio, dieta ricca di proteine, abuso di alcool, anoressia, anemia)
- Concomitanti patologie endocrine-metaboliche (ipertiroidismo, iperparatiroidismo, ipoparatiroidismo, etc.)
- Uso di farmaci (cortisonici, antiepilettici, diuretici, etc.)

L'osso e le sue fasi di vita

- **La sedentarietà e la mancanza di attività fisica inducono una riduzione eccessiva di massa ossea così come gli aspetti alimentari che sono estremamente importanti nel favorire o meno l'eccessivo depauperamento del contenuto minerale osseo**

Osteoporosi

E' considerata una epidemia silente in quanto avanza progressivamente senza evidenziare una precisa sintomatologia, fino alla induzione di fratture che possono avvenire a seguito di traumi anche di piccola entità o spontanei (es. colpo di tosse).

Il costo complessivo è molto alto ed aumenterà con il previsto aumento della popolazione anziana.

Osteoporosi

Le fratture osteoporotiche possono colpire tutte le componenti scheletriche.

Le più comuni riguardano la porzione distale dell'avambraccio, vertebre toraciche e lombari, porzione prossimale del femore (frattura dell'anca).

Osteoporosi

Il rapporto F/M è:

- 1.5:1 per le fratture dell'avambraccio
- 7:1 per le fratture delle vertebre
- 2:1 per le fratture dell'anca.

Determinazione della densità ossea

- La necessità di misure quantitative precoci della densità ossea ha portato lo sviluppo di tecniche per determinare il contenuto minerale osseo.
- Le tecniche più diffuse si basano sul principio dell'attenuazione dei raggi x nell'attraversare un corpo.

Metodi di Diagnostica per Immagini per la determinazione della mineralizzazione ossea

METODI RADIOISOTOPICI

- ✓ **SPA**: Densitometria a singolo raggio fotonico
- ✓ **DPA**: Densitometria a doppio raggio fotonico

METODI ULTRASONOGRAFICI

- ✓ **QUS**: Ultrasonografia ossea quantitativa

METODI RADIOLOGICI

- ✓ **DEXA**: Densitometria digitale a raggi X
- ✓ **QCT**: Tomografia computerizzata quantitativa
- ✓ Radiologia tradizionale

Mineralometria ossea computerizzata MOC

o

Densitometria ossea computerizzata DEXA

Principio:

È possibile quantificare la componente minerale dell'osso, conoscendo il coefficiente di attenuazione dell'osso, dei tessuti molli, e l'intensità del raggio fotonico (raggi X) attenuato e non attenuato.

METODI RADIOLOGICI

✓ **DEXA:** Densitometria digitale a raggi X

- Il paziente non necessita di alcuna preparazione; il tempo necessario per l'indagine è circa 3'-15'
- Non ci sono controindicazioni né effetti collaterali
- Non è prevista alcuna somministrazione di tracciante, mezzo di contrasto, etc.
- E' possibile valutare la densità ossea a livello: lombare, femorale, avambraccio, tutto il corpo, sede periprotetica

METODI RADIOLOGICI

✓ **DEXA:** Densitometria digitale a raggi X





La visualizzazione della colonna e dei relativi spazi intervertebrali consente una precisa identificazione delle regioni di interesse, con riduzione dei falsi negativi in quanto le calcificazioni e gli osteofiti possono essere identificati ed eliminati dall' analisi.

Misurazione della mineralizzazione

- BMC: Contenuto Minerale Osseo (espresso in g/cm)
- BMD: Densità Minerale Ossea (espresso in g/cm²)

Espressione della massa ossea

T - SCORE

- valore che indica lo scostamento rispetto al valore massimo di densità che un soggetto ha nel corso della propria esistenza (riferimento a soggetti giovani <65 anni)

Z - SCORE

- valore che indica lo scostamento rispetto al valore medio di soggetti di pari età e sesso (riferimento a soggetti di pari età > 65 anni)

Espressione della massa ossea

In base alla densità ossee si definisce un quadro:

- **NORMALE**: se il BMD o BMC è ridotto meno di 1 DS rispetto ai valori di riferimento;
- **OSTEOPENIA**: se il BMD o BMC è compreso tra 1 o 2.5 DS;
- **OSTEOPOROSI**: se il BMD o BMC ridotto più di 2.5 DS;
- **OSTEOPOROSI SEVERA**: osteoporosi con anamnesi di 1 o più fratture “*nonviolente*”

Patient Name: [REDACTED]
 Social Security No: [REDACTED]
 Patient ID:
 Postal Code:
 Sex: F
 Ethnicity: C

Current Height: 163 cm
 Current Weight: 60 kg
 DOB: [REDACTED]
 Menopause Age:
 Age: 54

Referring Physician:

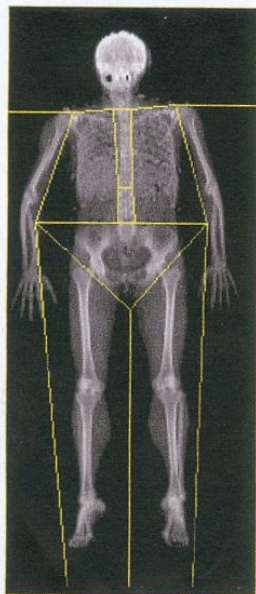
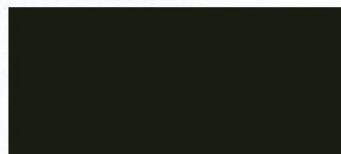


Image not for diagnostic use
 Total BMD CV 1.0%

DXA Scan Information:

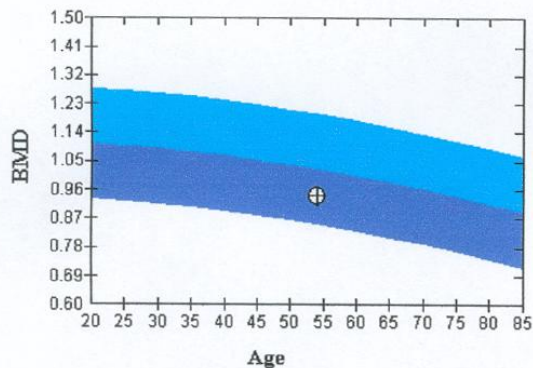
Scan:
 Scan Mode:
 Analysis:
 Operator:
 Model:
 Comment:



Region	Area [cm ²]	BMC [g]	BMD [g/cm ²]
L Arm	145,61	96,19	0,661
R Arm	174,65	117,47	0,673
L Ribs	122,06	69,68	0,571
R Ribs	142,86	76,19	0,533
T Spine	95,77	79,44	0,830
L Spine	38,07	36,97	0,971
Pelvis	151,50	148,39	0,979
L Leg	304,57	268,22	0,881
R Leg	309,27	269,44	0,871
SubTotal	1484,36	1162,00	0,783
Head	244,12	465,91	1,908
TOTAL	1728,49	1627,91	0,942

Results Summary:

Total BMD:	0,942 g/cm ²		
Peak reference:	85%	T score:	-1,8
Age matched:	92%	Z score:	-0,9



Reference Curve: PS 25 ottobre 91

Age and Sex Matched

Patient Name: [REDACTED]
 Social Security No: [REDACTED]
 Patient ID:
 Postal Code:
 Sex: M
 Ethnicity: C

Current Height: 162 cm
 Current Weight: 52 kg
 DOB: [REDACTED]
 Menopause Age:
 Age: 62

Referring Physician:

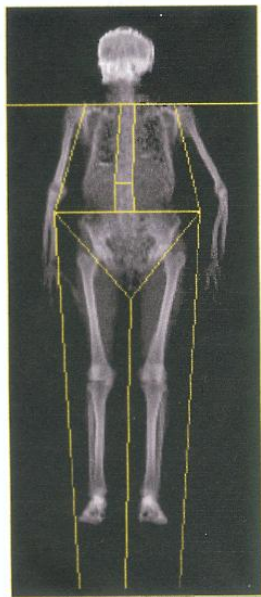


Image not for diagnostic use
 Total BMD CV 1.0%

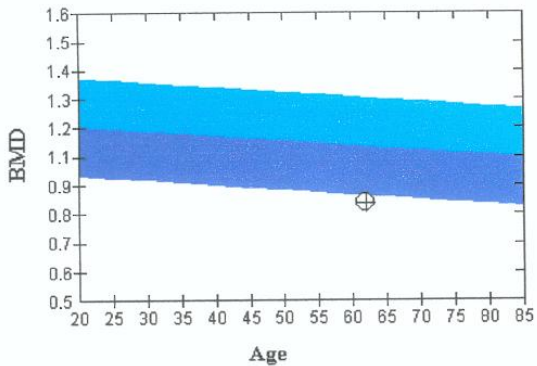
DXA Scan Information:

Scan:
 Scan Mode: Array
 Analysis: 16/10/02 15:20 - Ver 8.26
 Operator:
 Model: Hologic QDR-4500W (S/N 49503)
 Comment:

Region	Area [cm ²]	BMC [g]	BMD [g/cm ²]
L Arm	137,37	92,45	0,673
R Arm	157,78	112,73	0,715
L Ribs	87,52	43,51	0,497
R Ribs	78,89	41,65	0,528
T Spine	89,49	50,73	0,567
L Spine	31,01	18,98	0,612
Pelvis	133,84	102,32	0,765
L Leg	304,17	275,80	0,907
R Leg	296,72	256,92	0,866
SubTotal	1316,77	995,10	0,756
Head	276,31	395,79	1,432
TOTAL	1593,08	1390,89	0,873

Results Summary:

Total BMD: 0,873 g/cm²
 Peak reference: 75% T score: -3,1
 Age matched: 81% Z score: -2,2



Reference Curve: PST 29 maggio 00
 Age and Sex Matched

Patient Name: [REDACTED]
 Social Security No: [REDACTED]
 Patient ID: [REDACTED]
 Postal Code: [REDACTED]
 Sex: F
 Ethnicity: C

Current Height: 156 cm
 Current Weight: 58 kg
 DOB: [REDACTED]
 Menopause Age: [REDACTED]
 Age: 54

Referring Physician:

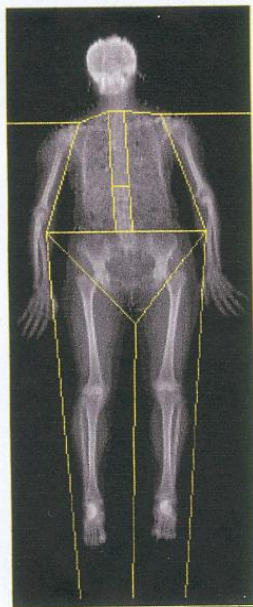


Image not for diagnostic use
 Total BMD CV 1.0%

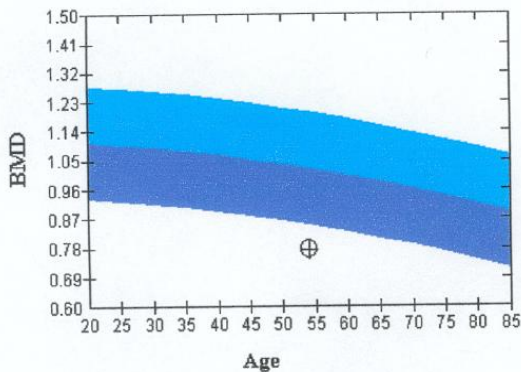
DXA Scan Information:

Scan: [REDACTED]
 Scan Mode: [REDACTED]
 Analysis: [REDACTED]
 Operator: [REDACTED]
 Model: Hologic QDR-4500W (S/N 49503)
 Comment:

Region	Area [cm ²]	BMC [g]	BMD [g/cm ²]
L Arm	153,85	102,01	0,663
R Arm	158,17	108,49	0,686
L Ribs	93,02	45,56	0,490
R Ribs	98,91	49,21	0,498
T Spine	96,16	54,54	0,567
L Spine	50,63	35,99	0,711
Pelvis	118,14	96,32	0,815
L Leg	266,89	216,55	0,811
R Leg	285,33	222,40	0,779
SubTotal	1321,09	931,07	0,705
Head	215,47	262,63	1,219
TOTAL	1536,56	1193,70	0,777

Results Summary:

Total BMD:	0,777 g/cm ²		
Peak reference:	70%	T score:	-3,7
Age matched:	76%	Z score:	-2,8



Reference Curve: PS 25 ottobre 91
 Age and Sex Matched

L'osso e le sue fasi di vita

Alcuni elementi fisici influiscono sulla massa ossea e sono connessi all'attività fisica.

Essi sono:

- la forza di gravità
- il carico meccanico
- il tipo di esercizio fisico

Attività Motoria e Mineralizzazione

Patient Name: [REDACTED]
 Social Security No:
 Patient ID:
 Postal Code:
 Sex: F
 Ethnicity: C

Current Height: 157 cm
 Current Weight: 64 kg
 DOB: [REDACTED]
 Menopause Age:
 Age: 57

Referring Physician:

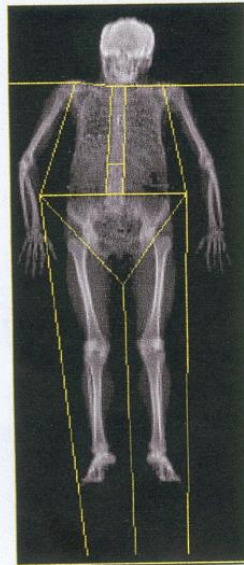


Image not for diagnostic use
 Total BMD CV 1.0%

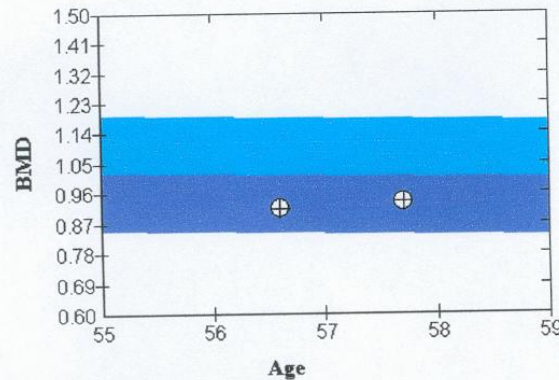
DXA Scan Information:

Scan: 05/11/02 - A1105020A
 Scan Mode: Array
 Analysis: 11/05/02 15:16 - Ver 8.26
 Operator:
 Model: Hologic QDR-4500W (S/N 49503)
 Comment:

Result History:

Visit Date	Age	BMD	T score	Change vs	
				Baseline	Previous
	56,6	0,915	-2,1		
	57,7	0,935	-1,9	2,1% *	2,1% *

*indicates significant change



Reference Curve: PS 25 ottobre 91
 Age and Sex Matched

Nei pazienti ospedalizzati per interventi sulla colonna vertebrale il BMD della colonna vertebrale decresce dello 0.9% per settimana.

La perdita del BMD è significativa nei soggetti che vivono a lungo in assenza di gravità e la perdita è proporzionale alla permanenza nello spazio, indipendentemente dall'esecuzione di esercizi fisici.

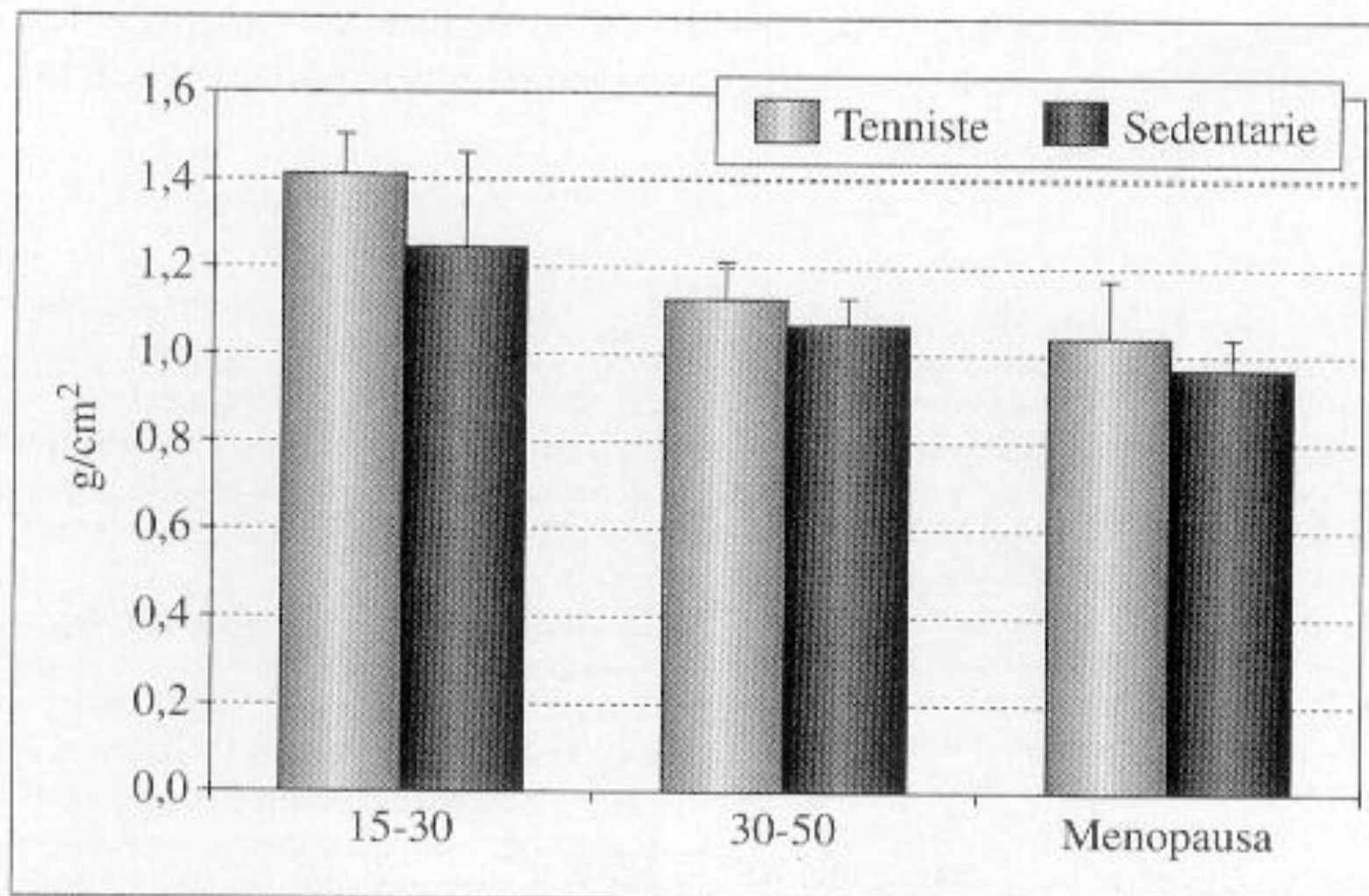


Fig. 11. — Valori medi e DS di BMD del bacino.

Un elemento che caratterizza la massa ossea è la perdita progressiva con l'età.

Dopo i trent'anni l'attività sportiva diminuisce, ma anche la forza diminuisce, come la velocità, e quindi la potenza dei colpi e la mobilità sul campo di gioco.

Questo fatto potrebbe spiegare la relativa diminuzione della massa ossea nelle tenniste prima ancora della menopausa, quando presumibilmente i valori ormonali sono costanti.

Nel monitoraggio dello stato di benessere dell'atleta vi è la **misurazione della composizione corporea**, utilizzabile, tra l'altro, come specchio fedele di un corretto stato nutrizionale.



Massa grassa +

Massa magra (alipidica) +

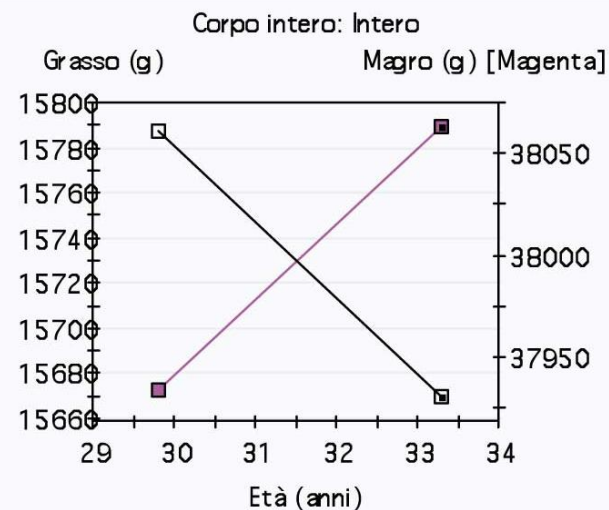
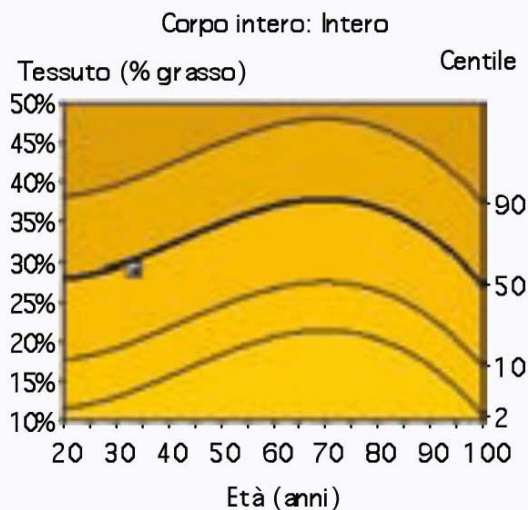
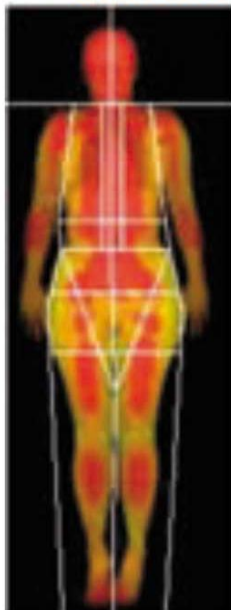
Contenuto minerale osseo =

PESO TOTALE CORPOREO

Modelli di composizione del corpo umano

Mod. bicompartimentale		Mod. a 4 compartimenti
Massa grassa (FAT)		Massa grassa
Massa magra (FFM)		Acqua corporea
		Massa proteica
		Glicogeno e Minerali

COMPOSIZIONE CORPOREA:



Regione	Età (anni)	Tessuto (%Fat)	Centile (%)	Massa Totale (kg)	Grasso (g)	Magro (g)	Osso (g)
Intero	33.3	29.2	45	56.0 kg	15,670	38,063	2,302

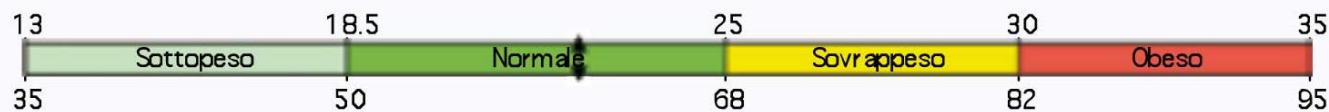
DISTRIBUZIONE DI GRASSO

Data	Età (anni)	Androide (%grasso)	Ginoide (%grasso)	Rapporto Androide / Ginoide	Corpo Totale (%grasso)
Misura	33.3	23.3	46.7	0.50	29.2

INDICE DI MASSA CORPOREA (BMI):

Classificazione BMI Organizzazione Mondiale della Sanità

BMI = 22.5 (kg/m²)



Peso (kg) per altezza = 165.1 cm

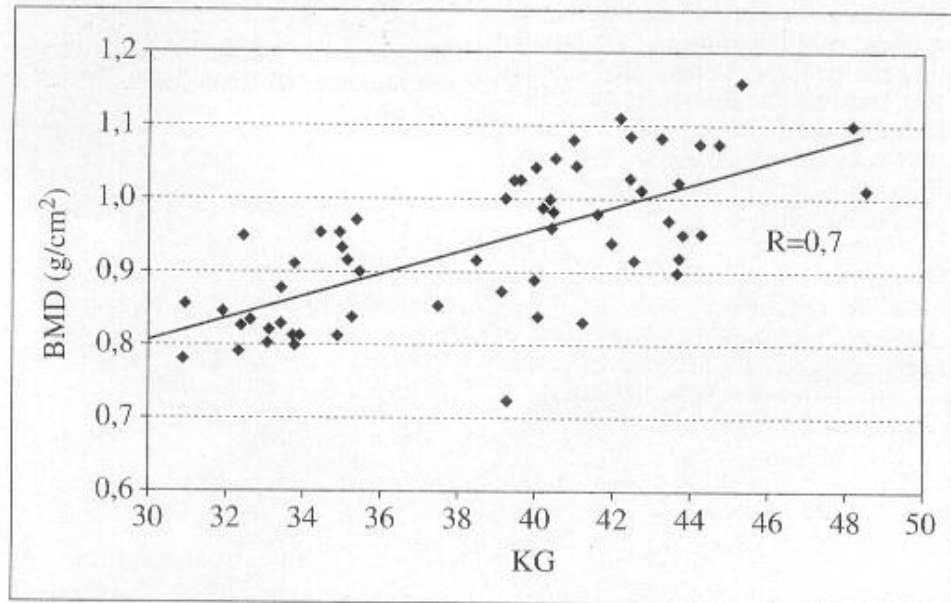


Fig. 12. — Retta di regressione fra la massa magra e la densità ossea in tenniste.

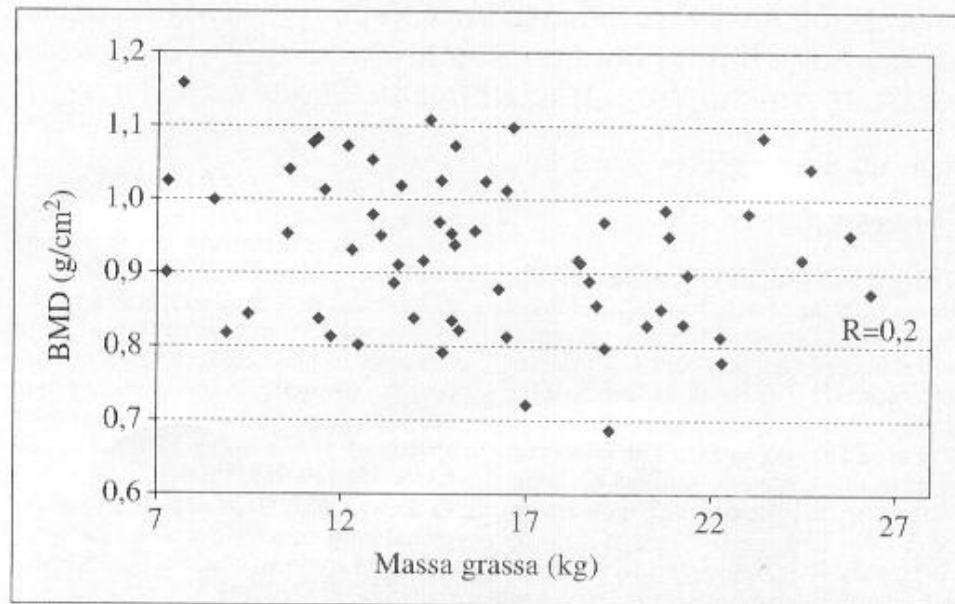


Fig. 13. — Relazione tra la massa grassa (in kg) e la densità ossea (in BMD) in tenniste.



F1: immediatamente un programma di lavoro tendente al miglioramento prestativo come da indicazioni dei preparatori atletici.

F2: prima un programma di rimessa in forma con programma di lavoro separato e con allestimento individuale di piano alimentare.

Al raggiungimento dello stato di forma prefissato gli atleti del gruppo F2 si riuniranno al piano di lavoro programmato per gli F1.

Buona attività motoria a ...

tutti!!!!