

Ao6
149

Alexander Bertuccioli

**DALL'INDAGINE
ANTROPOMETRICA
ALLA COMPOSIZIONE
CORPOREA**

MANUALE PRATICO



Copyright © MMX
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133/A-B
00173 Roma
(06) 93781065

isbn 978-88-548-3697-6

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: dicembre 2010

Indice

9	<i>Prefazioni</i>
11	<i>Introduzione</i>
15	Capitolo I Antropometria
15	1.1. Generalità
16	1.1.1. <i>Il modello Behnke: maschio e femmina di riferimento</i>
17	1.2. Definizione della composizione corporea
18	1.2.1. <i>I cinque livelli organizzativi della composizione corporea</i>
19	1.2.2. <i>Grasso essenziale e grasso di deposito</i>
21	1.2.3. <i>Massa magra e massa fat free</i>
23	Capitolo II Tipologie di indagini antropometriche
23	2.1. Indagini dirette
24	2.2. Indagini indirette
25	2.2.1. BMI
25	2.2.1.1. <i>Validità e limitazioni nell'utilizzo del BMI</i>
26	2.2.2. Pesata idrostatica
28	2.2.2.1. <i>Calcolo della densità corporea</i>
29	2.2.2.2. <i>Calcolo della percentuale di grasso corporeo</i>
30	2.2.2.3. <i>Assunzioni sulla densità corporea: limitazioni e correzioni</i>
31	2.2.2.4. <i>Calcolo della massa grassa</i>
32	2.2.2.5. <i>Calcolo della massa fat-free</i>

- 33 2.2.2.6. *Esecuzione pesata idrostatica: metodo dello spostamento di un volume d'acqua*
- 33 2.2.2.7. *Esecuzione pesata idrostatica: metodo della pesata in acqua*
- 35 2.2.2.8. *Variazioni legate al ciclo mestruale*
- 35 2.2.2.9. *Validità della pesata idrostatica*
- 36 2.2.2.10. *Limitazioni nell'utilizzo della pesata idrostatica*
- 37 2.2.3. *Plicometria*
- 37 2.2.3.1. *Il plicometro*
- 37 2.2.3.2. *Tecnica di misura*
- 38 2.2.3.3. *Siti di misura (punti di repere)*
- 39 2.2.3.4. *Stima della densità corporea secondo il metodo Jackson–Pollok*
- 42 2.2.3.5. *Stima della densità corporea secondo il metodo Durnin–Womersley*
- 43 2.2.3.6. *Stima della densità corporea secondo il metodo Sloan*
- 44 2.2.3.7. *Stima della densità corporea secondo il metodo Benke–Wilmore*
- 45 2.2.3.8. *Stima della densità corporea secondo il metodo Baun–Baun*
- 45 2.2.3.9. *Correlazione fra pliche cutanee ed età*
- 46 2.2.3.10. *Validità della plicometria*
- 46 2.2.3.11. *Limitazioni nell'utilizzo della plicometria*
- 47 2.2.4. *Circonferenze*
- 47 2.2.4.1. *Tecnica di misura*
- 51 2.2.4.2. *Morfotipo (secondo Grant)*
- 51 2.2.4.3. *WHR (Waist to Hip ratio) secondo Bjorntorp*
- 53 2.2.4.4. *Calcolo % di grasso corporeo (secondo McArdle – Katch)*
- 53 2.2.4.5. *Utilità delle misure di circonferenze*
- 53 2.2.4.6. *Validità e limitazioni nell'utilizzo delle circonferenze*
- 54 2.2.5. *BIA*
- 54 2.2.5.1. *Esecuzione della BIA*
- 55 2.2.5.2. *Validità e limitazioni nell'utilizzo della BIA*
- 57 2.2.6. *NIR*
- 57 2.2.7. *Validità e limitazioni nell'utilizzo della NIR*
- 58 2.2.7. *Ecografia (Ultrasonometria)*
- 60 2.2.7.1. *Validità e limitazioni nell'utilizzo dell'ecografia*
- 60 2.2.8. *Adipometria*
- 64 2.2.9. *Radiografia del braccio*
- 00 2.2.9.1. *Validità e limitazioni nell'utilizzo della radiografia del braccio*
- 66 2.2.10. *TAC*
- 66 2.2.10.1. *Validità e limitazioni nell'utilizzo della TAC*
- 67 2.2.11. *RMN*
- 67 2.2.11.1. *Paragone tra magri e obesi*
- 68 2.2.11.2. *Validità e limitazioni nell'utilizzo della RMN*
- 68 2.2.12. *DEXA*
- 69 2.2.12.1. *Validità e limitazioni nell'utilizzo della DEXA*
- 70 2.2.13. *Pletismografia*
- 71 2.2.13.1. *Validità e limitazioni nell'utilizzo della pletismografia*
- 71 2.2.14. *Utilizzo e applicazione dell'indagine antropometrica*
- 72 2.2.14.1. *In ambito clinico*

- 72 2.2.14.2. *Nello sport*
- 73 2.2.14.3. *Nel fitness/wellness*

75 Capitolo III

Esempi pratici

- 75 3.1. Esempio pratico di utilizzo delle circonferenze
- 75 3.1.1. *Calcolo del morfotipo (secondo Grant)*
- 76 3.1.2. *Calcolo del WHR (secondo Bjorntorp)*
- 77 3.2. Esempio pratico di utilizzo della plicometria
- 77 3.2.1. *Calcolo della composizione corporea con il metodo Jackson–Pollok a 3 e 7 pliche*
- 80 3.2.2. *Calcolo della composizione corporea con il metodo Durnin–Womersley*
- 82 3.2.3. *Calcolo della composizione corporea con il metodo Sloan*
- 82 3.2.4. *Calcolo della composizione corporea con il metodo Benke–Wilmore*
- 83 3.2.5. *Calcolo della composizione corporea con il metodo Baun–Baun*
- 84 3.3. Esempio pratico di utilizzo della bioimpedenziometria
- 85 3.4. Esempio pratico di utilizzo dell’adipometria
- 85 3.4.1. *Esempio pratico di stima della composizione corporea con l’adipometro*
- 89 3.4.2. *Esempio pratico di esecuzione di una stratigrafia*

95 Conclusioni

97 Note

105 Bibliografia

Presentazione

La valutazione della composizione corporea nel corso degli anni è andata sviluppandosi sempre di più sia nel campo della ricerca che in quello dell'applicazione pratica, per cui è diventata oggi parte fondamentale ed essenziale nella valutazione dello stato nutrizionale di una persona sia in ambito clinico che sportivo oltre a quello estetico. Purtroppo viene spesso sottovalutata da molte persone e manca di linee guida pratiche. L'autore, amico e collega, con il quale condivido la passione per la nutrizione e la valutazione della composizione corporea con questo testo ha cercato di fornire una guida di riferimento pratica, aggiornata e di facile consultazione. Dopo una prima parte del libro dedicata alla presentazione delle varie tecniche di valutazione della composizione corporea l'autore ha inserito, per rendere più semplice la comprensione della materia, una seconda parte inerente i campi di applicazione con esempi pratici e schematici. Libro che può portare sicuramente ad una maggiore conoscenza e applicazione delle tecniche di valutazione della composizione corporea.

Luca Belli

Biologo nutrizionista

Specialista in Scienza dell'alimentazione

Professore a contratto
di Sorveglianza nutrizionale
e Valutazione della composizione corporea

Biologia della Nutrizione
Scuola di Bioscienze e Biotecnologie
Università di Camerino

Presentazione

Perché un testo di antropometria? Questa la prima domanda che mi era sovvenuta al momento che il Dott. Alexander Bertuccioli mi ha presentato la sua idea e poi la prima stesura del suo elaborato. Dopo la prima perplessità le risposte giustificative sono invece state molte; infatti occorre riconoscere che molti studenti ignorano le potenzialità di questa tecnica nell'utilizzo della pratica quotidiana e, anche i professionisti che la usano, non ne conoscono bene le potenzialità e le differenze con pregi e difetti delle varie metodiche. Oltre a ciò, In un contesto come l'attuale, dove tutti siamo sempre più proiettati verso un mondo globale e standardizzato, è invece importante riscoprire l'importanza del rispettare e valutare in modo personale ogni soggetto. L'antropometria ci permette infatti di soddisfare la necessità di analizzare un soggetto nell'intento di individuare molti importanti aspetti della sua biotipologia. Auspico che nel futuro non ci sia più nessun professionista che si occupa di efficienza fisica, di estetica o di dietologia che possa ignorare la grande utilità di un corretta valutazione antropometrica dei loro assistiti. Credo anche che, per troppo tempo, molte metodiche di valutazione siano state "tecnologicamente" ferme. Fortunatamente odiernamente assistiamo invece ad un grande rinnovamento dove tutte le possibili applicazioni dell'elettronica e dell'informatica permettono un grande ampliamento e perfezionamento delle metodiche. Alexander Bertuccioli in questo suo testo fa un'attenta disamina di tutte le possibilità di analisi antropometriche conosciute. È certamente sorprendente, anche per i più esperti, vedere (o ripassare) quanti modi ci siano per ef-

fettuare una valutazione che riguardi scheletro, muscolo, grasso ed eventualmente acqua. L'exkursus è incredibilmente vasto, si va dalla semplice fettuccia metrica, passando da calibro osseo e plicometro, fino ad arrivare ad impedenziometro, adipometro o analisi sofisticate come quella eseguita con pesata idrostatica o RMN. Logico che in questa ampia carrellata tutti i tecnici che possono usufruire della antropometria come valido supporto alla loro attività, potranno trovare la metodica ed i mezzi più adatti alle loro necessità. Nella trattazione di Bertuccioli troviamo infatti non solo dati espositivi su queste metodiche ma interessantissime valutazioni anche su attendibilità con pro e contro al loro utilizzo; questo consente facilmente di individuare non solo la più "attendibile" ma anche la più facilmente applicabile nella pratica o quella più attinente alle necessità dei vari casi. Un testo di questo genere risulta quindi adattissimo sia per gli studenti o gli appassionati che per la prima volta si avvicinano al mondo della valutazione sia per tecnici, istruttori (ma anche medici, biologi, dietisti) che desiderano approfondire le dinamiche che governano le varie filosofie antropometriche. Ad Alexander il plauso nell'aver realizzato un testo che, pur mantenendo un ineccepibile rigore scientifico, ha uno stile espositivo che rende il libro divulgativo e ben comprensibile anche ai meno avvezzi al linguaggio tecnico.

Marco Neri

Vicepresidente e membro del comitato scientifico
Federazione Italiana Fitness

Segretario Associazione Italiana Fitness e Medicina

Membro del comitato tecnico-scientifico
Ducati Corse

Docente federazioni sportive nazionali

Introduzione

«Nissuna umana investigazione si può dimandare vera scienza, se essa non passa per le matematiche dimostrazioni» [1]. Con questa affermazione Leonardo Da Vinci, centinaia di anni orsono, mise in evidenza, prima che il metodo scientifico fosse nettamente definito da Galilei, come ogni metodica o attività di carattere scientifico debba essere necessariamente accompagnata da solide basi tecnico matematiche, tali da garantirne una solida matrice razionale e una ragionevole ripetibilità. In particolar modo le discipline di carattere biomedico, vista la delicata natura del campo di applicazione, ovvero la vita e le strutture atte a sostenerla, devono garantire al proprio bacino d'utenza un approccio globale che permetta di soddisfare razionalmente le richieste. Questo nel più breve tempo possibile, evitando nel contempo di nuocere, o quantomeno mantenendo un rapporto rischi/benefici nettamente sbilanciato verso i benefici. Affinché questo possa realizzarsi è fondamentale l'acquisizione di dati che permettano all'operatore del settore di effettuare la miglior scelta possibile nel soddisfare l'esigenza dell'utente. A questo proposito i dati antropometrici ricoprono un ruolo di primaria importanza, trovando una collocazione di carattere ubiquitario, in quanto, dalla più semplice anamnesi al più complesso esame specialistico, parametri come peso, altezza, Body Mass Index (BMI), e composizione corporea costituiscono la base di ogni considerazione. Lo scopo del presente testo è quindi di illustrare le principali tecniche antropometriche e le relative applicazioni in ambito clinico, sportivo e fitness / wellness, includendo degli esempi pratici che guideranno il lettore

nell'esecuzione delle tecniche basilari sul campo. Sperando di contribuire all'arricchimento della professionalità o quantomeno delle conoscenze di chi sta sfogliando queste pagine auguro al lettore un buon viaggio nel mondo dell'antropometria.

Antropometria

1.1. Generalità

Con il termine antropometria ci si riferisce allo studio dei caratteri misurabili del corpo umano [2]. Oltre a essere considerati singolarmente, alcuni tra questi caratteri possono essere interpolati per ottenere una stima o una misurazione di quella che è la composizione corporea, così da valutare quanto ogni componente contribuisca alla massa totale. Nel 1921 un antropologo cecoslovacco, Matiegka propose di effettuare simili valutazioni tramite un sistema a quattro variabili: la massa dello scheletro (S), della pelle e del tessuto sottocutaneo (P+Ts), la massa muscolare (M) e tutto il resto (R, parametro che includeva il grasso corporeo). Secondo tale modello la massa corporea era data da:

$$\text{Massa totale:} = S + [P+Ts] + M + R$$

Equazione 1. Massa corporea secondo Matiegka.

Le prime tre variabili furono derivate da Matiegka mediante misurazioni antropometriche. La variabile S (massa scheletrica) fu dedotta dallo spessore di quattro strutture ossee: polso, caviglia, condilo omerale e femorale e dalla statura. La seconda variabile, cioè P+Ts (massa della pelle e del tessuto sottocutaneo) venne dedotta dallo spessore di pliche cutanee rilevate in sei punti diversi: parte superiore del braccio, avambraccio, coscia, polpaccio, torace, addo-

me e dalla superficie corporea. La variabile M (massa muscolare) si ricavò invece dalla misura della circonferenza del braccio, coscia, polpaccio, ai quali fu sottratto lo spessore della pelle e del pannicolo sottocutaneo. L'ultima variabile, R , venne calcolata per differenza rispetto alla misura totale [3]. È ormai quasi un secolo che la comunità scientifica si interessa della composizione corporea contestualmente alle tecniche più adatte per poterla definire. Sono stati ormai effettuati migliaia di studi e pubblicati altrettanti articoli sull'argomento. Metodologicamente parlando, in un primo momento venne fatta distinzione tra massa magra e massa grassa, definendo il primo modello di composizione corporea ovvero il modello bicompartimentale. Tale modello, limitato ai concetti di massa magra e massa grassa, venne successivamente ampliato con un nuovo modello a 4 compartimenti: acqua, proteine, minerale-osseo e grasso [4]. In base a questo nuovo modello risultarono marcate differenze tra i sessi. Divenne quindi necessario definire nuovi standard operativi relativi alle 4 componenti della massa totale. A questo proposito diventa fondamentale esaminare il concetto di maschio e femmina di riferimento proposto da Behnke [5].

1.1.1. Il modello Behnke: maschio e femmina di riferimento

Il modello di Behnke è stato sviluppato con rilevamenti su larga scala, nell'ordine di diverse migliaia di soggetti, valutando parametri relativi alla composizione corporea e tipologia strutturale. Il "maschio di riferimento", derivato da tali misurazioni, si è rivelato più alto, con maggior massa corporea e maggior massa ossea rispetto alla "femmina di riferimento". Le principali differenze tra i due modelli si riflettono primariamente in una diversa composizione corporea (Fig. 1). Anche se non è noto come queste differenze possano essere legate a fattori correlati al sesso oppure allo stile di vita, considerando che le donne, almeno in linea teorica, svolgono attività meno influenti ai fini dell'aumento di massa corporea, si ritiene che siano le differenze dell'assetto ormonale a giocare un ruolo di fondamentale importanza. Anche nel caso di questo modello, come per tutti i sistemi di riferimento teorici analoghi, i

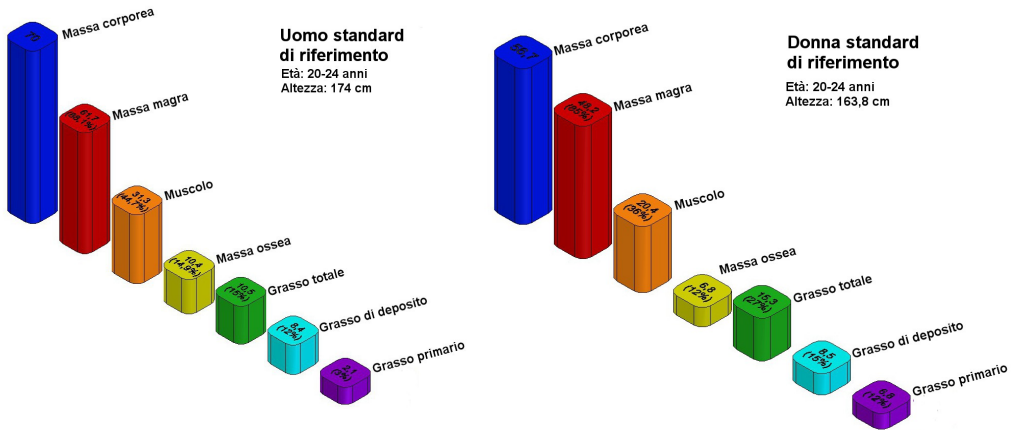


Figura 1. Valori standard uomo e donna di riferimento.

valori standard non vanno assolutamente considerati come quelli cui la popolazione deve tendere. Allo stesso modo non sarebbe esatto considerare i dati di composizione corporea del maschio e della femmina di riferimento come espressione di valori medi di un campione di popolazione. Il modello deve essere considerato esclusivamente come uno schema di riferimento su base statistica, utile per effettuare paragoni tra gruppi diversi, come ad esempio soggetti normali rispetto a soggetti sottopeso o sovrappeso, oppure atleti rispetto a non atleti.

1.2. Definizione della composizione corporea

Nello svolgimento di un'indagine antropometrica si procede selezionando, tra quelli opportunamente studiati e documentati, un modello standard adatto al tipo di indagine desiderata (ad esempio il modello di Bhenke). Dopodiché sarà possibile considerare singolarmente e incrociare tra loro i parametri caratterizzanti il modello selezionato, traendone le opportune conclusioni. Ovviamente ogni tipo di modello sarà strutturato in funzione del tipo di indagine svolta, quindi ci si potrebbe trovare a considerare per modelli di indagine differenti parametri estremamente differenti, come il diametro

di un'articolazione, la circonferenza di un distretto corporeo o lo spessore di una plica cutanea e così via.

1.2.1. *I cinque livelli organizzativi della composizione corporea*

In uno studio pubblicato nel 1992 Wang propose una nuova suddivisione della composizione corporea in cinque livelli organizzativi [6]. In questo modello vengono identificati una serie di livelli biologico-organizzativi di complessità crescente: atomi – molecole – cellule – tessuti – intero organismo. Ognuno di questi livelli contiene a sua volta varie componenti che dovranno essere identificate, dal punto di vista qualitativo e quantitativo, contestualmente al proprio ambito organizzativo, mediante, quando possibile, misurazioni dirette oppure stime indirette.

Livello atomico. La somma di tutti gli elementi presenti nel corpo fornisce massa corporea, quindi: Massa corporea totale = O + C + H + N + Ca + più elementi presenti in minor concentrazione (Fe, Mg, Cu, K, ecc.). Questo tipo di misure viene effettuato generalmente su un cadavere oppure su campioni isolati di tessuto. Nell'ambito di questo tipo di misura è possibile infatti determinare il potassio totale, il sodio, il cloro, il fosforo, il calcio, l'azoto e infine il carbonio. Le tecniche impiegate per il dosaggio di questi elementi sono decisamente sofisticate: richiedono complesse apparecchiature e competenze estremamente specialistiche.

Livello molecolare. Gli elementi appena visti, si organizzano nel formare molecole. Nell'organismo sono presenti più di 100.000 diverse molecole. Le componenti derivate da questa ulteriore organizzazione sono principalmente: acqua, lipidi, glicidi, proteine e minerali. Gli elementi possono essere generalmente identificati mediante tecniche di marcatura con specifici isotopi. Inoltre, tramite particolari tecniche di eccitazione dei nuclei dei minerali, è possibile definire la componente minerale ossea (considerando che le ossa contengono più del 99% del calcio e dell'86% del fosforo presenti nell'intero organismo) e non ossea.

Livello cellulare. Nello studio a livello cellulare, l'organismo può essere suddiviso in tre principali compartimenti corporei: liquido intracellulare, liquido extracellulare e componente solida extracellulare. Queste tre componenti possono essere determinate mediante l'utilizzo di traccianti radioattivi e tecniche di diluizione .

Livello tissutale. A questo livello vengono identificati dieci diversi sistemi: circolatorio, respiratorio, nervoso, tegumentario, muscolare, endocrino, linfatico, digestivo, scheletrico e riproduttivo. Dal punto di vista della composizione corporea questa suddivisione viene semplificata individuando quattro componenti principali di interesse: tessuto adiposo, tessuto muscolare, tessuto osseo e sangue. Tecniche quali l'ecografia, la tomografia assiale computerizzata e la risonanza magnetica nucleare possono essere impiegate con successo per determinare queste quattro componenti.

Livello corporeo. Le tecniche antropometriche comunemente utilizzate a questo livello includono la misura della circonferenza e della lunghezza di vari segmenti corporei, dello spessore delle pliche cutanee, della superficie corporea, del volume corporeo, della massa e della densità (Fig. 2).

Considerando l'antropometria nella logica del modello multi-compartimentale è possibile effettuare misurazioni adeguate alle specifiche necessità della ricerca isolando gli aspetti di volta in volta significativi nella determinazione della composizione corporea.

1.2.2. *Grasso essenziale e grasso di deposito*

Nell'ambito della composizione corporea il grasso viene identificato secondo due criteri funzionali diversi. Con il termine "grasso essenziale" (o primario) si identifica la frazione di grasso contenuta in alcuni distretti come midollo osseo, miocardio, polmone, milza, reni, intestino, muscolo scheletrico e alcune parti del sistema nervoso. Il grasso essenziale è soggetto a un continuo utilizzo metabolico da parte dei tessuti. Esistono differenze legate al sesso per

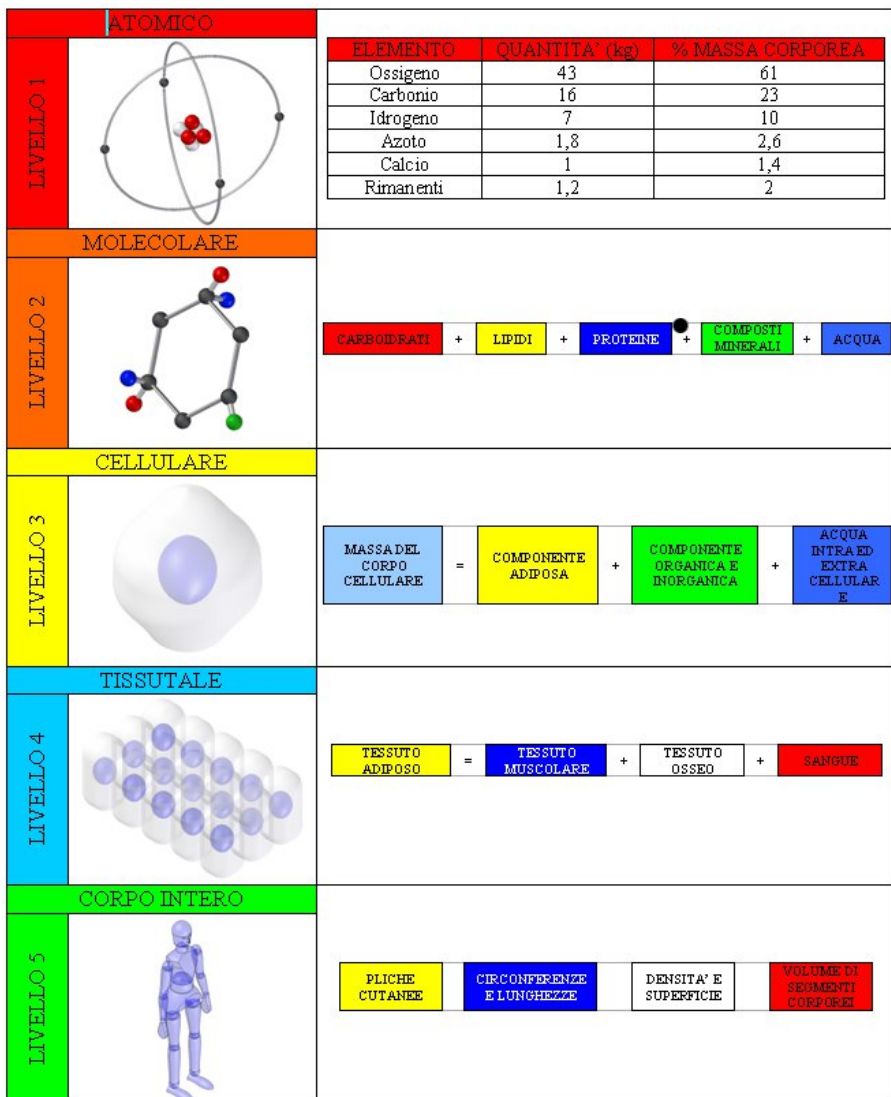


Figura 2. Modello multicompartimentale a cinque livelli.

quanto riguarda il grasso primario. Per esempio nei maschi a livello cardiaco è presente una quantità di circa 18,4 g di grasso, ovvero circa il 5,3% della massa del miocardio, che in media è di 349 g; nelle femmine il grasso cardiaco è di circa 22,7 g, ovvero l'8,6 % su una massa media di 256 g [7].

Con il termine “grasso di deposito” si identifica la restante quota di grasso corporeo: nello specifico si tratta del grasso che ricopre i visceri, come la maggioranza degli organi contenuti nella cavità addominale, proteggendoli dal punto di vista meccanico e del grasso sottocutaneo. Esaminando dati statistici riferiti ai valori medi, rilevati su un campione di soggetti in buona salute, si riscontra che il livello percentuale di grasso corporeo è sostanzialmente simile nei due sessi: 12% circa nei maschi e 15% circa nelle femmine, mentre la percentuale di grasso primario si rivela quattro volte superiore nelle donne rispetto agli uomini. Si ritiene che il maggior quantitativo di grasso primario nella donna sia attribuibile alle specifiche esigenze correlate alla maternità, dipendendo quindi dal complesso quadro ormonale che la governa. Non è tuttora chiaro in quale misura il grasso di deposito possa direttamente rappresentare una effettiva riserva energetica dal punto di vista calorico per i tessuti che lo contengono.

1.2.3. *Massa magra e massa fat free*

Spesso i concetti di “massa magra” e “massa fat free” vengono erroneamente ritenuti dei sinonimi, ma le cose stanno molto diversamente. La cosiddetta “massa magra” comprende nella sua composizione il 3% circa di grasso primario, principalmente contenuto, come si è visto, a livello del sistema nervoso centrale, del midollo osseo e negli organi parenchimali. Con il termine di “massa fat free” ci si riferisce a massa corporea a cui è stata completamente sottratta la massa grassa. Secondo quanto proposto da Behnke con il suo modello, la massa fat free rappresenta un valore determinabile esclusivamente tramite la misura diretta della composizione chimica effettuata su un cadavere. La massa magra invece è considerata una variabile misurabile in vivo, capace di conservare nel corso della vita una costanza relativa, soprattutto per quanto riguarda la com-

ponente acquosa, la componente organica e quella inorganica [8]. È quindi possibile affermare che in un soggetto adulto, normale e con normale livello di idratazione, l'unica differenza tra massa fat free e massa magra è rappresentata dalla frazione di grasso primario. Nel calcolo della massa magra bisogna quindi ricordare che la quota di grasso primario rimane inclusa, quota a cui si aggiungono la massa proteica, la massa ossea e la massa d'acqua contenuta nei tessuti.