

RISORSA
GRATUITA

**TC PEDIATRICA:
ADATTARE I
PROTOCOLLI AL PESO**
**GUIDA PRATICA
PER TSRM**

a cura di MARISA NAVA
[@tsrm_marisanava](#)



Indice

- INTRODUZIONE
- PRO E CONTRO PROTOCOLLI PER PESO
- AEC E CENTRAGGIO
- PARAMETRI DI ACQUISIZIONE
- CTDIVOL, DLP E LDR

INTRODUZIONE

La TC pediatrica rappresenta una delle indagini diagnostiche più delicate in ambito radiologico.

Non per la complessità tecnica dell'esame in sé, ma per l'equilibrio sottile che deve essere mantenuto tra qualità dell'informazione diagnostica e radioprotezione del paziente.

Il bambino non è un "adulto piccolo".

Questa affermazione, ripetuta spesso, rischia però di rimanere astratta se non viene tradotta in scelte operative concrete, quotidiane, fatte direttamente in sala TC.

Una delle più importanti riguarda la [selezione e l'adattamento dei parametri di acquisizione](#).

ETÀ E PESO: DUE CONCETTI MOLTO DIVERSI

Nella pratica clinica, l'età anagrafica viene spesso utilizzata come riferimento rapido per la scelta dei protocolli pediatrici.

È una soluzione semplice, immediata, apparentemente funzionale.

Tuttavia, dal punto di vista fisico e dosimetrico, l'età non rappresenta un parametro affidabile.

Due bambini della stessa età possono presentare:

- peso corporeo molto diverso
- differente sviluppo scheletrico
- diversa quantità di tessuto adiposo e muscolare
- diametri corporei non sovrapponibili

Tutti elementi che influenzano direttamente l'attenuazione del fascio di raggi X e quindi la quantità di dose necessaria per ottenere un'immagine diagnostica adeguata.

IMPOSTAZIONE DEI PROTOCOLLI TC PEDIATRICI: ETÀ O PESO?

Di seguito un confronto riassuntivo tra i due principali approcci.

I protocolli per età facilitano l'organizzazione, soprattutto in contesto emergenziale, ma non descrivono il paziente reale.

Quelli basati sul peso permettono un'ottimizzazione più accurata di dose e qualità.

Parametro	Protocolli per età	Protocolli per peso
Facilità di utilizzo	semplici e rapidi	richiede valutazione preliminare
Immediatezza operativa	facilmente applicabili in urgenza	applicabili se il peso è noto
Correlazione con attenuazione reale	bassa	elevata
Adattamento alla corporatura	non tiene conto della variabilità individuale	più aderente al paziente reale
Rischio di sovraesposizione	nei bambini di corporatura minuta	ridotto
Rischio di rumore eccessivo	nei bambini più robusti	meglio controllabile
Coerenza con AEC	parziale	elevata
Confronto con LDR	meno preciso	più affidabile

AEC E CENTRAGGIO:

QUANDO L'AUTOMATISMO AIUTA E QUANDO AUMENTA LA DOSE

L'Automatic Exposure Control (AEC) è progettato per modulare automaticamente la corrente del tubo in base all'attenuazione del paziente.

In teoria, il suo obiettivo è semplice:

- mantenere una qualità d'immagine costante
- riducendo la dose dove possibile
- aumentandola solo quando necessario

In pratica, però, l'efficacia dell'AEC dipende fortemente da come il paziente viene posizionato e centrato perché risponde esclusivamente alle informazioni che riceve.

COME LA TC "VEDE" IL PAZIENTE

Il sistema TC valuta il paziente attraverso:

- topogramma (scout)
- profilo di attenuazione
- diametro apparente del corpo

Se queste informazioni sono alterate, anche la modulazione automatica sarà alterata.

Il sistema NON distingue tra:

- bambino reale
- aria
- decentramento
- errata estensione del FOV

Tutto ciò che appare sul topogramma viene interpretato come tessuto da attraversare.

Il posizionamento in TC, soprattutto in ambito pediatrico, è l'aspetto più importante, ma anche il più sottovalutato e maggiormente soggetto a errore.

IL CENTRAGGIO: UNO DEGLI ERRORI PIÙ SOTTOVALUTATI

Il decentramento del paziente, soprattutto in pediatria, è uno degli errori più frequenti.

Un bambino posizionato:

- troppo in alto
- troppo in basso
- non allineato all'isocentro

può apparire al sistema più grande di quanto sia realmente.

La conseguenza è immediata:

- l'AEC aumenta i mAs
- il CTDI_{vol} cresce
- la dose sale senza alcun beneficio diagnostico

Un errore di pochi centimetri può determinare incrementi di dose anche significativi.

AEC E PESO: UN LEGAME DIRETTO

L'AEC funziona correttamente solo se:

- il paziente è centrato
- il FOV è adeguato
- il volume di scansione è corretto

In queste condizioni, il peso corporeo diventa un parametro realmente utile:

- paziente piccolo → minore attenuazione → mAs ridotti
- paziente più grande → modulazione proporzionale

Se invece una di queste condizioni viene meno, l'automatismo perde affidabilità.

L'AEC PUÒ PORTARE AD AUMENTI DI DOSE QUANDO:

- il bambino è decentrato
- il FOV è troppo ampio
- il topogramma include cuscini o dispositivi
- il protocollo ha noise target troppo restrittivi

In questi casi, l'automatismo non ottimizza: compensa.

Ed è proprio in questi scenari che il ruolo del TSRM diventa centrale.

PARAMETRI DI ACQUISIZIONE

TENSIONE DEL TUBO (KV)

Ridurre il kV è una delle strategie più efficaci per ottimizzare la dose in TC.

La dose assorbita dal paziente è infatti fortemente dipendente dal kV:

$$\text{dose} \propto \text{kV}^{2.5}$$

Questo significa che anche piccole riduzioni del kV comportano importanti riduzioni di dose. Ad esempio, passare da 120 a 100 kV può ridurre la dose anche del 30–40%, a parità di altre condizioni.

Ma non è solo una questione dosimetrica.

A basso kV l'energia dei fotoni si avvicina al K-edge dello iodio (33 keV), con un effetto diretto su:

- aumento dell'attenuazione dello iodio
- migliore contrasto vascolare e parenchimale
- possibilità di ridurre la quantità di mezzo di contrasto

In pratica:

- meno kV = meno dose
- meno kV = iodio più visibile

Ovviamente il tutto va bilanciato con il rumore dell'immagine:

nei pazienti pediatrici o normopeso, però, la riduzione del kV rappresenta spesso la scelta ottimale, soprattutto se supportata da ricostruzioni iterative.

Fascia di peso / età	kV indicativi
Neonati e toddlers (<30 kg)	70–80 kV
Bambini età scolare (≈30–60 kg)	80–100 kV
Adolescenti (> 60kg)	100–120 kV

ADATTAMENTO DEI KV IN BASE AL DISTRETTO ANATOMICO

ENCEFALO

In genere 100–120 kV anche nei bambini, per garantire stabilità del rumore e uniformità della densità ossea.

Riduzioni a 80–100 kV possibili solo nei più piccoli con protocolli dedicati.

TORACE

Distretto ideale per kV bassi: 70–80 kV nei bambini piccoli, 80–100 kV nei più grandi. Consente ottima riduzione dose grazie all'elevato contrasto naturale aria–parenchima.

ADDOME

Richiede maggiore penetrazione: 80–100 kV nei piccoli, 100–120 kV nei più grandi.

COLLO

Spesso possibile lavorare a 80–100 kV, prestando attenzione al rumore nelle regioni più spesse.

ARTI

Spesso sufficiente 70–80 kV, soprattutto negli arti superiori o distretti periferici.

ANGIO-TC

kV ridotti (70–80 kV) fortemente consigliati nei bambini per aumentare il contrasto iodato e ridurre la dose complessiva.

RICOSTRUZIONE ITERATIVA E ALGORITMI AVANZATI

Approcci come la ricostruzione iterativa permettono di:

- ridurre il rumore mantenendo qualità
- abbassare il dosaggio richiesto dagli mAs impostati

La maggior parte dei scanner offrono versioni multiple di IR (es. ADMIRE, ASiR, iDose) selezionabili in base alla tolleranza al rumore.

CORRENTE DEL TUBO (MA)

La dose è proporzionale agli mAs.

Dimezzare gli mAs dimezza circa la dose.

AEC E TARGET DI RUMORE

Con AEC (modulazione automatica della corrente):

- si imposta un target di rumore o quality reference mAs
- il sistema modula gli mAs lungo l'asse z

In TC pediatrica è fondamentale:

- accettare un rumore più alto rispetto all'adulto, purché l'immagine sia diagnostica
- utilizzare la modulazione automatica con centraggio corretto e FOV ottimizzato

L'efficacia della modulazione automatica, però, dipende moltissimo da come viene impostato l'esame.

- **centraggio corretto del paziente**

un errato centraggio può far sovrastimare la dose anche del 20–30%

- **FOV realmente aderente al corpo del bambino**

con FOV troppo grande → il sistema “crede” che il paziente sia più voluminoso e sovrastimare l'attenuazione o applicare una modulazione più conservativa

- **scelta consapevole del target di rumore, adattato:**
 - all'età
 - alla corporatura
 - al quesito diagnostico

SPESSORE DI FETTA

Spessore di fetta più sottile → più rumore → richiede più dose per mantenere qualità.

Slice sottile (~0.5–1.0 mm) → utile per dettagli fini (3D, AIRWAY, TRAUMA) ma va valutato se necessario.

Slice spesso (~2–5 mm) → meno dose, meno rumore, sufficiente per molte diagnosi di routine.

PITCH E TEMPO ROTAZIONE

Il pitch è il rapporto tra:

spostamento del lettino per rotazione / larghezza tot del fascio collimato

Pitch = 1 → nessun overlap o gap

Pitch > 1 → dose minore ma potenziale compromissione di campionamento

Pitch < 1 → dose maggiore (sovrapposizione)

Regole in pediatria

- In genere si preferisce un pitch ≥ 1 per ridurre la dose mantenendo qualità.
- In casi specifici (es. scansione molto rapida per ridurre il movimento) si può usare pitch alto con attenzione alla modulazione di corrente.
- Alcuni scanner dual-source possono utilizzare ultra-high pitch per ridurre artefatti da movimento con dose contenuta.

Un tempo di rotazione più breve riduce il movimento (molto utile nei bambini) e può mantenere o ridurre la dose tramite riduzione del tempo totale di esposizione.

Tipicamente si utilizzano tempi di rotazione $\leq 0,5$ s

ESEMPIO DI SCHEDA DI IMPOSTAZIONE

Parametro	Bambino <10 kg	10–30 kg	>30 kg / adolesc.
kV	70–80	80–100	100–120
Target mAs / AEC	basso	medio	medio-alto
Pitch	1.0–1.5	1.0–1.5	1.0–1.3
Slice thickness	1–2 mm	1–2 mm	1–3 mm
Rotation time	≤ 0.5 s	≤ 0.5 s	≤ 0.5 s

Questa tabella non sostituisce il protocollo specifico locale, ma aiuta a orientare le scelte tecniche

CTDIVOL, DLP E LDR

COME INTERPRETARLI NELLA TC PEDIATRICA

CTDIvol e DLP sono valori sempre visibili sulla console, spesso registrati automaticamente, ma non sempre interpretati in modo corretto.

Saper leggere questi numeri permette al TSRM di:

- valutare la coerenza del protocollo scelto
- individuare possibili sovrastime o sottostime
- confrontare la pratica clinica con i Livelli Diagnostici di Riferimento (LDR)

La dose non serve solo a “documentare” l'esame, ma a [migliorarlo nel tempo](#).

Il **CTDIvol** (Computed Tomography Dose Index volume) è un indicatore della dose media erogata durante l'acquisizione.

È calcolato utilizzando:

- fantoccio da 16 cm per esami della testa
- fantoccio da 32 cm per esami del corpo

Questo significa che il valore mostrato:

- non tiene conto delle dimensioni reali del bambino
- rappresenta una dose standardizzata, utile per il confronto ma non per la stima individuale

In ambito pediatrico, il CTDIvol può quindi:

- sottostimare la dose reale nei pazienti piccoli
- apparire “accettabile” anche quando l'esposizione è eccessiva

Per questo motivo deve essere interpretato sempre in modo critico.

DLP: la dose lungo l'esame

Il DLP (Dose Length Product) è il prodotto tra CTDIvol e lunghezza di scansione

In pediatria, il DLP è fortemente influenzato da:

- eccessiva estensione del volume di scansione
- sovrapposizioni inutili

Un DLP elevato non indica solo parametri alti, ma spesso un campo di scansione non ottimizzato.

Ridurre la lunghezza dell'esame è una delle strategie più efficaci di radioprotezione.

LDR: COSA SONO E PERCHÉ SONO COSÌ IMPORTANTI

I Livelli Diagnostici di Riferimento (LDR) non sono limiti di dose.

Sono valori di riferimento statistici, definiti come:

il 75° percentile dei valori di dose osservati per uno specifico esame.

Gli LDR servono a:

- individuare pratiche non ottimizzate
- confrontare i protocolli del proprio centro
- stimolare la revisione dei setting tecnici

Un valore superiore ai LDR non significa errore, ma indica la necessità di analisi.

In ambito pediatrico, gli LDR sono spesso suddivisi per peso ad eccezione del cranio, poiché la dimensione e l'attenuazione della testa correlano meglio con l'età che con il peso corporeo, rendendo la stratificazione per età più stabile e rappresentativa.

Distretto	Fascia di età o peso	CTDIvol (mGy)	DLP/acquisizione (mGy·cm)
Cranio	0-3 mesi	24	300
	3 mesi - 1 anno	28	385
	1-6 anni	40	504
	>6 anni	50	650
Torace	<5	1,4	34
	5-15	1,8	49
	15-30	2,7	70
	30-50	3,7	115
Addome-Pelvi	5-15	3,5	118
	15-30	5,4	151
	30-50	7,3	209

European guidelines on DRL for pediatric imaging, 2018

*La suddivisione dei LDR per età nella TC del cranio può risultare poco rappresentativa in presenza di variazioni morfologiche significative, quali macro e microcefalia, idrocefalo, discordanza età-peso-sviluppo, per i quali è necessaria la valutazione e l'adattamento individuale.

Grazie

Per aver scaricato questa guida.



@tsrm_marisanava



@appuntidiradiologia