

1222·2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO di MEDICINA - DIMED

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN
“TECNICHE DI RADIOLOGIA MEDICA,
PER IMMAGINI E RADIOTERAPIA”

Sede di Treviso

Presidente: Prof. Roberto Stramare

IMAGING PER LA DIAGNOSI DI LESIONE TRAUMATICA AL RACHIDE CERVICALE MEDIANTE L'USO DI METODI DI SCREENING: REVISIONE DELLA LETTERATURA

Relatore: Dr.ssa Eleonora Stefani

Correlatore: Dr.ssa Michela Centenaro

Laureando: Eduardo Disa

Anno Accademico 2021-2022

ABSTRACT

Background. La valutazione dei pazienti con trauma contusivo a rischio di lesione cervicale si basa nella maggior parte dei casi sull'*imaging* radiologico tradizionale, sebbene solo il 3% del totale riporti una lesione. Sono state sviluppate a livello internazionale regole di *screening* clinico per contenere l'uso di radiazioni ionizzanti non necessarie. La recente normativa europea in materia di radioprotezione prevede l'utilizzo di sistemi di monitoraggio della dose, l'ottimizzazione dei protocolli diagnostici e la creazione di *team* multidisciplinari per garantire la tutela della salute del cittadino.

Scopi: Acquisire un metodo di ricerca a supporto della pratica quotidiana del tecnico sanitario di radiologia medica, valutare in letteratura l'esistenza di prove di efficacia in merito all'utilizzo di test clinici predittivi di lesione cervicale per pazienti con trauma contusivo volti a ridurre l'*imaging* radiologico non necessario, far emergere l'importanza del coinvolgimento del tecnico sanitario di radiologia medica nelle problematiche inerenti la radioprotezione del paziente e della collaborazione tra i professionisti del *dose team*.

Materiali e metodi: Sono stati analizzati 54 articoli scientifici e revisioni di letteratura provenienti da Pubmed, Google Scholar e Cochranne Library usando il metodo PRISMA. Il materiale di studio è stato organizzato in una tabella di estrazione dei dati e comparato con le linee guida nazionali ed internazionali.

Risultati e conclusioni: CCR e NEXUS rappresentano due validi metodi per stabilire la necessità di *imaging* radiologico in seguito a trauma contusivo. Risulta tuttavia evidente la necessità di ulteriori studi per la loro implementazione. La rilevanza del TSRM nella radioprotezione del paziente è indubbia, tuttavia è necessario che acquisti maggior consapevolezza del proprio ruolo nella ricerca, che rappresenta il linguaggio comune dei professionisti che compongono il *dose team*, a supporto di una *learning organization*.

Parole chiave: *imaging* radiografico del rachide cervicale, tecnico sanitario di radiologia medica, *dose team*, limitazione della dose, CCR, NEXUS, *learning organization*, ricerca scientifica.

ABSTRACT

Background. Patients with blunt trauma with risk of cervical injury usually undergo X-ray imaging, although only 3% of the total amount present a lesion. International clinical screening rules have been developed to avoid unnecessary imaging. The recent European legislation concerning radiation protection recommends the use of dose monitoring systems, the optimization of diagnostic protocols and the creation of multidisciplinary teams to ensure citizens health protection.

Aims: To acquire a scientific method supporting the daily practice of radiographers; to evaluate accuracy and efficacy of CCR and NEXUS criteria in ruling out cervical spine injuries, to underline the role of radiographer in the dose team.

Materials and Methods: n. 54 scientific papers from public databases such as PubMed, Google Scholar and Cochrane Library have been analyzed using a systematic method (PRISMA) and organized in a data extraction table. National and international guidelines have been taken into consideration to see if there is agreement with literature.

Results and conclusions: CCR and NEXUS are useful to identify trauma patients that have to undergo x-ray imaging to detect cervical spine lesion. However, further studies are needed to optimize the implementation of the rules. Radiographers take part in radiation protection but it is necessary to increase awareness of their role in research. Scientific research is the common language spoken by professionals of the dose team and support learning organizations.

Keywords: cervical spine x-ray imaging, radiographer, dose team, dose limitation, CCR, NEXUS, learning organization, scientific research.

INDICE

INTRODUZIONE	1
SCOPO DELLA TESI	5
1. BACKGROUND	7
1.1 La diagnosi dei traumi del rachide cervicale	7
1.2.1 Proiezione antero-posteriore del rachide cervicale	10
1.2.2 Proiezione latero-laterale del rachide cervicale	12
1.2.3 Proiezione transorale per il dente dell'epistrofeo.....	14
1.2.4 Proiezione del nuotatore per il passaggio cervico-dorsale.....	17
1.2.5 Studio TC del rachide cervicale.....	19
1.4 La radioprotezione del paziente e l'appropriatezza dell'imaging.....	21
1.5 I metodi di <i>screening</i> di lesione cervicale	23
1.5.1 La Canadian C-spine Rule.....	24
1.5.2 Il protocollo NEXUS.....	27
2. MATERIALI E METODI.....	31
2.1 Formulazione del quesito di ricerca.....	31
2.2 Banche dati e strategie di ricerca	32
2.3 Raccolta dei dati.....	34
3. RISULTATI	37
3.1 Analisi dei dati	37
3.2 Descrizione e discussione	40
3.2.1 Confronto tra CCR e NEXUS	40
3.2.2 Linee guida in merito all'utilizzo della TC per il trauma contusivo del rachide cervicale	42
3.2.3 Criticità riscontrate	45
3.3 Limiti della ricerca	48
CONCLUSIONI	51
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	53

INTRODUZIONE

Il trauma della colonna vertebrale cervicale è una patologia comune con un'ampia gamma di gravità: da lesioni legamentose minori a diverse forme di instabilità osteo-legamentose con coinvolgimento del midollo spinale. La valutazione dei pazienti a rischio di lesione del rachide cervicale si basa su protocolli clinici e radiografici standardizzati, volti all'identificazione delle criticità e alla pianificazione del trattamento terapeutico più adeguato. Gli attuali protocolli per la valutazione della sospetta lesione del rachide cervicale prevedono anamnesi, esame clinico e valutazione radiografica per verificare la presenza di instabilità, identificare eventuali deficit neurologici e stabilire la necessità di un intervento.

L'esame clinico dei pazienti, sebbene ritenuto fondamentale per tutti i protocolli di valutazione iniziale, presenta gravi limitazioni, con una sensibilità del 77% nei pazienti con trauma contusivo¹. Per valutare adeguatamente un paziente, quest'ultimo deve essere sveglio, vigile e senza la presenza di *distracting painful injuries*, ovvero lesioni dolorose abbastanza gravi da distogliere l'attenzione del paziente da una probabile seconda lesione. Non deve inoltre essere presente una recente intossicazione.

I pazienti specificamente a rischio di lesione del rachide cervicale includono quelli con fratture e/o traumi facciali, trauma cranico chiuso e lesioni al collo contundenti o penetranti.

I parametri da considerare in quanto rilevanti elementi predittivi della presenza di lesione sono la gravità e la violenza del trauma e il relativo punteggio di gravità, valutato secondo la *Injury Severity Score*.

Per quanto riguarda le procedure diagnostiche, vi è una profonda incertezza sull'approccio ottimale allo *screening* per le lesioni del rachide cervicale clinicamente importanti a seguito di un trauma contusivo. Per stabilire la necessità della radiografia, sono stati sviluppati a livello internazionale protocolli clinici come il protocollo NEXUS (National Emergency X-Radiography Utilization Study)² e la CCR (Canadian

¹ Joel A Torretti et al. *Cervical spine trauma*, 2007.

² Ian G Stiell et al., *The Canadian C-spine rule versus the NEXUS low-risk criteria in patients with trauma*, 2003.

Cervical-spine Rule)³, che mirano a ridurre l'*imaging* non necessario, riservando le indagini radiologiche a pazienti con una maggiore probabilità di lesioni cervicali clinicamente importanti. L'utilizzo di questi protocolli, oltre a fornire indicazioni più adeguate per quanto riguarda l'iter radiologico del paziente con sospetta lesione del rachide cervicale, salvaguardano quest'ultimo dall'esposizione non necessaria alle radiazioni ionizzanti. Queste due regole decisionali sono state sviluppate in modo indipendente, convalidate utilizzando ampie coorti di pazienti e sono raccomandate in molte linee guida internazionali. Non esiste tuttavia consenso univoco su quale regola debba essere approvata.

Lo studio di tali regole cliniche predittive si fonda sulla bassa prevalenza di lesioni spinali cervicali clinicamente importanti riscontrabili radiologicamente in seguito a trauma contusivo - la percentuale riportata dalla letteratura è inferiore al 3%⁴. L'*imaging* radiologico del rachide cervicale, dunque, si rivela essere nella maggior parte dei casi un esame con esito negativo e comporta in tali casi l'esposizione del paziente a radiazione ionizzante non necessaria. La questione dosimetrica per tale tipologia di indagine non è trascurabile in quanto l'esame prevede di norma l'esecuzione di tre proiezioni standard, tra cui quella mirata per la valutazione del dente dell'epistrofeo che, in alcuni casi, può comportare l'esecuzione di più radiogrammi complementari o la necessità di completamento con indagine TC (tomografia computerizzata) di secondo livello, a causa della ridotta mobilità del paziente o della presenza di presidi di immobilizzazione del rachide, i quali rendono difficile la visualizzazione delle strutture anatomiche indagate nella sua interezza in un'unica radiografia. Quanto detto incide notevolmente sull'esposizione dosimetrica del paziente, così come altre difficoltà esecutive riscontrabili frequentemente, che portano ad effettuare proiezioni aggiuntive o esami di secondo livello per visualizzare il passaggio tra le vertebre cervicali e dorsali (C7-D1). L'applicazione di sistemi di immobilizzazione a carico della colonna cervicale prevede inoltre l'utilizzo da parte

³ Ian G Stiell et al., *The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients*, 2001.

⁴ Zoe A Michaleff et al., *Accuracy of the Canadian C-spine rule and NEXUS to screen for clinically important cervical spine injury in patients following blunt trauma: a systematic review*, 2012.

del tecnico sanitario di radiologia medica (TSRM) di una maggiore dose radiante per ottenere un *imaging* ottimale.

Una diagnosi accurata risulta infatti fondamentale per una gestione sicura ed efficace di un'eventuale lesione a carico del rachide cervicale.

Da quanto detto finora, emerge la necessità di valutare le evidenze scientifiche in merito all'efficacia di test clinici predittivi di lesione cervicale in pazienti con trauma contusivo e il loro impatto sull'*imaging* radiologico in urgenza.

Il lavoro di tesi pone l'attenzione sull'importanza della ricerca in letteratura, nella fattispecie nell'acquisizione di un metodo scientifico validato a supporto dell'attività professionale del TSRM. Ciò permette al professionista sanitario di contribuire al miglioramento continuo in sanità, nell'ottica di una *learning organization*, e di conferire valore al proprio operato, nonché di rispondere alle esigenze formative che, *life long*, si delineano in ambienti lavorativi dinamici e rispondenti ai bisogni di salute mutevoli del cittadino.

La tesi vuole sottolineare l'importanza del coinvolgimento del TSRM nelle tematiche inerenti alla radioprotezione del paziente, soprattutto in seguito al recente recepimento delle direttive in materia, a livello legislativo italiano (D.Lgs. 101/2020)⁵. Rientra infatti tra i suoi interessi primari la salvaguardia della popolazione dall'esposizione a dose radiante non necessaria e l'impegno nel miglioramento della qualità, per quanto di propria competenza e in accordo con le altre figure professionali coinvolte nella radioprotezione, quali il medico radiologo e il fisico sanitario. La figura del TSRM opera nel rispetto di principi cardine, agendo soprattutto nell'ottimizzazione e nella limitazione della dose mediante tecniche radiologiche personalizzate. In questi termini, la collaborazione multiprofessionale e il contributo di tutti i professionisti che costituiscono il *dose team* è in grado di garantire una più efficiente gestione del percorso diagnostico del paziente.

⁵ Recepimento direttiva EURATOM 2013/59.

SCOPO DELLA TESI

Lo scopo della tesi è quello di:

- acquisire un metodo di ricerca a supporto della pratica quotidiana del TSRM da utilizzare nell'ottica di una *learning organization* con riferimento alla Evidence Based Medicine (EBM) e alla Evidence Based Practice (EBP);
- valutare in letteratura le prove di efficacia in merito all'utilizzo di test clinici predittivi di lesione cervicale mediante confronto con *imaging* radiologico in paziente con traumi minori;
- far emergere l'importanza del coinvolgimento del tecnico sanitario di radiologia medica nelle problematiche inerenti alla radioprotezione del paziente e della collaborazione tra i professionisti del *dose team* per l'ottimizzazione e la creazione di protocolli diagnostici comuni.

1. BACKGROUND

1.1 La diagnosi dei traumi del rachide cervicale

I traumi comportano nel 3.7% dei casi una lesione cervicale con un rischio maggiore per pazienti non valutabili clinicamente⁶.

Secondo un rapporto dell'Istituto Superiore di Sanità, le lesioni spinali possono essere di origine traumatica (67,5%) oppure di origine non traumatica (32,5%). Le principali cause di lesione traumatica in Italia riguardano: incidenti in auto (37%), cadute (23%), incidenti in moto (15%), incidenti sportivi (9%), tentato suicidio (3%), arma da fuoco (2%), altre cause (11%)⁷.

Il rachide cervicale è la parte più mobile della colonna vertebrale ed anche la più delicata. Provvede a sostenere, stabilizzare e rendere mobile il cranio, oltre a proteggere le strutture che passano attraverso di esso, come il midollo spinale, le radici nervose e l'arteria vertebrale. È formato da un gruppo di sette vertebre, distinguibili in base alle differenti caratteristiche anatomiche, in una regione superiore (C1-C2) ed in una inferiore (C3-C7).

Le lesioni della colonna vertebrale cervicale sono frequenti e spesso causate da un meccanismo di trauma contusivo. Esse possono avere gravi conseguenze, con un alto tasso di mortalità e di lesioni neurologiche⁸.

La diagnosi è un processo che si articola in tre fasi distinte:

1. valutazione del rischio in base alla storia e alle caratteristiche cliniche, se possibile guidata da una regola decisionale clinica;
2. *imaging* radiologico, se necessario;
3. classificazione della lesione secondo diversi sistemi nelle diverse regioni del rachide cervicale.

⁶ Andrew H Milby et al., *Prevalence of cervical spinal injury in trauma*, 2008.

⁷ Scivoletto et al., Istituto Superiore di Sanità – Rapporti ISTISAN 08/39. 2018.

⁸ Philipp Schleicher et al., *Safe management of acute cervical spine injuries*, 2018.

L'urgenza del trattamento dipende dalla presenza di una lesione neurologica e/o di instabilità. La strategia di trattamento dipende dai criteri morfologici definiti dalla classificazione⁹.

L'esame radiologico convenzionale rappresenta il *gold standard* per la diagnosi delle lesioni cervicali (fratture e lussazioni) e per la valutazione della stabilità del rachide in seguito a traumi contusivi minori. I pazienti con elevata probabilità di avere una lesione cervicale vengono sottoposti ad *imaging* radiologico, consistente in radiografie del rachide cervicale in tre proiezioni: antero-posteriore, latero-laterale e trans orale per la corretta visualizzazione del dente dell'epistrofeo¹⁰. Tali proiezioni devono rispettare dei precisi criteri di correttezza per essere ritenute di qualità diagnostica adeguata. In particolare, per quest'esame si rende necessaria la completa visualizzazione di tutte le vertebre che costituiscono il rachide cervicale e del dente dell'epistrofeo correttamente isolato e libero da sovrapposizioni. Le fratture del processo odontoide sono relativamente comuni in caso di trauma. Lo schema di classificazione più utilizzato per le fratture di C2 è quello di Anderson e D'Alonzo¹¹. Esso si basa sulla posizione della linea di frattura all'interno del processo odontoide o del corpo di C2. La seconda vertebra cervicale è la vertebra più grande e con la forma più insolita, per questo più suscettibile per fratture a seconda della forza e della direzione dell'impatto. Le fratture dell'asse di C2 rappresentano circa il 18% di tutte le lesioni della colonna cervicale. Le più comuni comprendono la frattura dell'odontoide (protuberanza ossea che si proietta verso l'alto, in contatto con l'arco anteriore di C1) e dell'elemento posteriore (solitamente causata da una lesione di tipo estensivo). Spesso, a causa della limitata collaborazione dei pazienti e della presenza di sistemi di immobilizzazione che complicano la corretta esecuzione dei radiogrammi, l'esame radiologico tradizionale può non essere sufficiente ai fini diagnostici.

⁹Laura Pimentel et al., *Evaluation and management of acute cervical spine trauma*, 2010.

¹⁰ Trenta et al., *Atlante di tecnica radiologica generale e dello scheletro*, Società Editrice Univers, 1997.

¹¹Lewis D Anderson et al., *Fractures of the odontoid process of the axis*, 1974.

In questo caso, o nel caso in cui le radiografie evidenzino fratture cervicali con deformità del corpo vertebrale e/o presenza di frammenti ossei nel canale vertebrale, si rende necessaria l'esecuzione di indagine TC di completamento.

In caso di presenza di deficit neurologici sensitivi e/o motori degli arti invece, è necessaria la valutazione del midollo spinale e delle radici nervose mediante RM¹².

Di seguito sono riportate le tecniche di esecuzione delle radiografie del rachide cervicale per trauma minore.

¹² [www.sirm.org>download diagnostica_per_immagini.pdf](http://www.sirm.org/download/diagnostica_per_immagini.pdf)

1.2.1 Proiezione antero-posteriore del rachide cervicale



Figura 1. Proiezione AP del rachide cervicale

- Posizionamento del paziente: la proiezione antero-posteriore prevede che il paziente venga posizionato in piedi o supino (a seconda della gravità del trauma). La nuca deve essere appoggiata al piano sensibile e il piano sagittale mediano deve essere perpendicolare al piano sensibile; la testa deve essere posizionata simmetricamente con il mento leggermente sollevato per ottenere la sovrapposizione del bordo posteriore dell'occipite con il mento.
- Centrazione e direzione del fascio: il raggio centrale deve essere inclinato in senso caudo-craniale di 10-15° e deve incidere su C4, a livello della cartilagine tiroidea.
- Punto di emergenza del raggio centrale: apofisi spinosa di C3.

- Criteri di correttezza: rappresentazione libera da sovrapposizioni delle vertebre da C3 a D1; il mento e l'occipite sovrapposti; gli angoli mandibolari e i processi mastoidei alla stessa distanza dalla colonna cervicale (ciò significa che la testa non è ruotata).

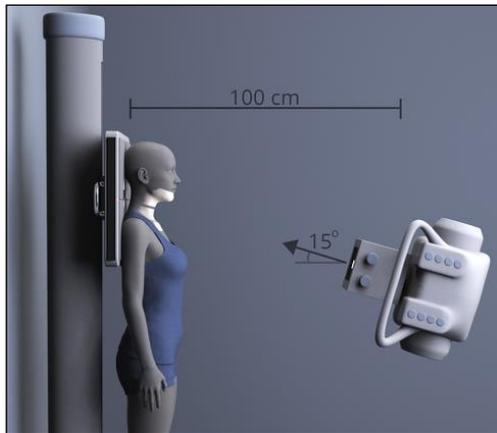


Figura 2: Inclinazione del fascio e distanza in proiezione AP

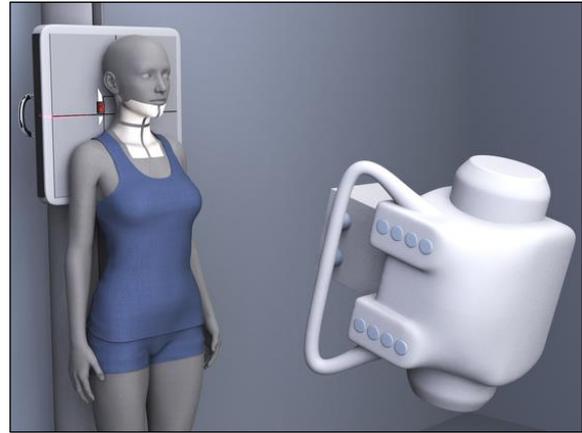


Figura 3: Centratatura e collimazione del fascio in proiezione AP

Tecnica di acquisizione:

Kv	mAs	Alternativa camera	Formato detettore	Uso Potter-Bucky	Distanza
70	20	Camera centrale	24x30 cm	Si	100-115 cm

1.2.2 Proiezione latero-laterale del rachide cervicale



Figura 2. Proiezione LL del rachide cervicale

- Posizionamento paziente: La proiezione latero-laterale prevede che il paziente venga posizionato in piedi, con la spalla appoggiata allo stativo; il piano sagittale mediano deve essere parallelo al piano sensibile; il mento deve essere leggermente alzato e le spalle ben abbassate per consentire la visualizzazione del passaggio tra C7 e D1.
- Centratura e direzione del fascio: il raggio centrale deve essere perpendicolare al piano sensibile e incidente a livello di C4.
- Punto di emergenza del raggio centrale: punto simmetrico contro-laterale.
- Criteri di correttezza: rappresentazione di tutte le vertebre cervicali e di tutta o di parte della prima toracica. Gli angoli mandibolari devono essere sovrapposti

tra loro e non sovrapposti alle prime vertebre cervicali. Le apofisi articolari con le relative faccette devono essere sovrapposte tra loro, senza sdoppiamenti (ciò significa che il piano sagittale mediano è parallelo al detettore e che il collo non è ruotato).

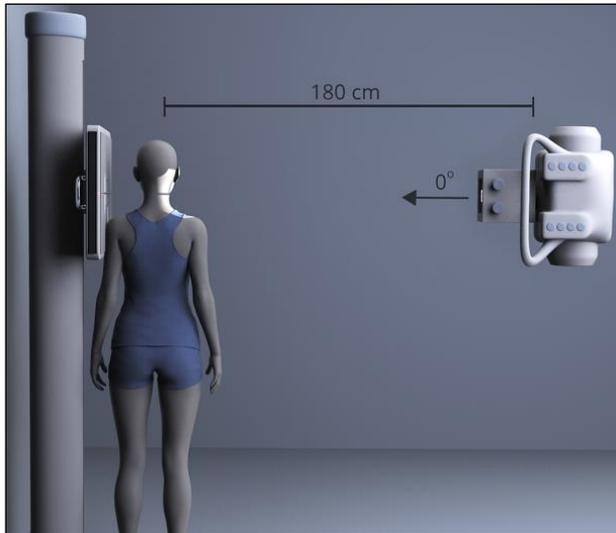


Figura 3. Inclinazione del fascio e distanza nella proiezione LL

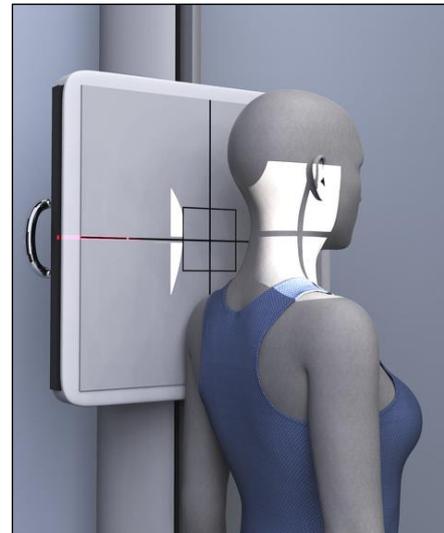


Figura 4. Centrazione e collimazione del fascio in proiezione LL

Tecnica di acquisizione:

Kv	mAs	Alternativa camera	Formato detettore	Uso Potter-Bucky	Distanza
70	20	Camera centrale	24x30 cm	Si	180 cm

1.2.3 Proiezione transorale per il dente dell'epistrofeo

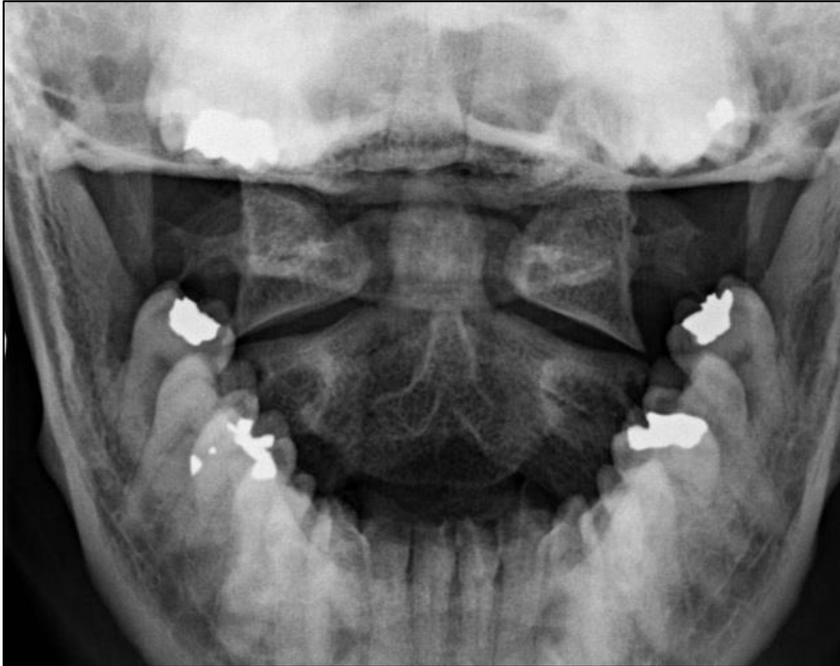


Figura 5. Proiezione transorale per il dente dell'epistrofeo

- Posizionamento del paziente: La proiezione trans-orale per il dente dell'epistrofeo prevede che il paziente venga posizionato in piedi o supino, il mento deve essere lievemente flesso in modo tale che la linea che unisce il margine inferiore degli incisivi superiori e l'occipite sia perpendicolare al rivelatore; la bocca deve essere aperta il più possibile.
- Centratura e direzione del fascio: il raggio centrale deve essere perpendicolare al piano sensibile, tangenziale all'arcata dentale superiore.
- Punto di emergenza del raggio centrale: punto simmetrico contro-laterale.
- Criteri di correttezza: la rappresentazione libera da sovrapposizioni del dente dell'epistrofeo e delle masse laterali di C1.

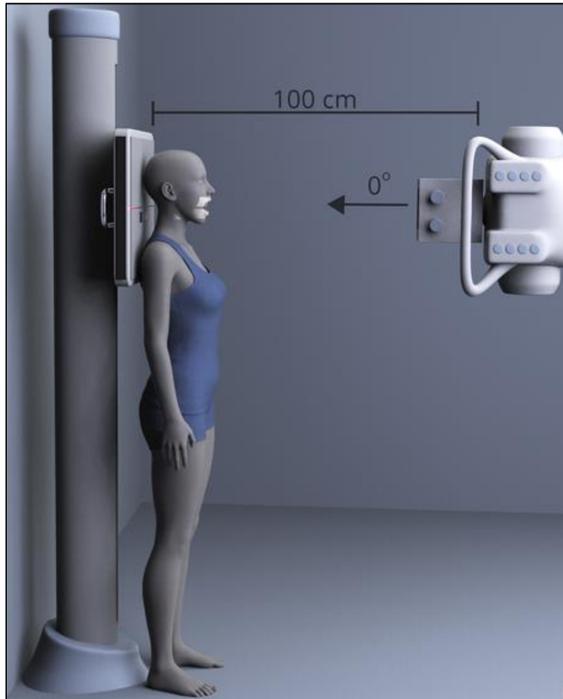


Figura 9. Inclinazione del fascio e distanza in proiezione trasorale per il dente dell'epistrofeo

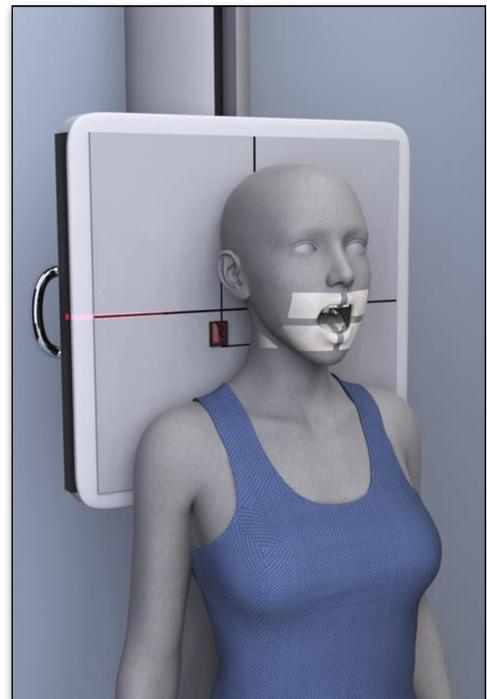


Figura 10. Centrazione e Collimazione del fascio in proiezione trasorale per il dente dell'epistrofeo

Tecnica di esecuzione:

Kv	mAs	Alternativa camera	Formato detettore	Uso Potter-Bucky	Distanza
75	25	Camera centrale	18x24 cm	Si	100 cm

La proiezione può anche essere eseguita con tecnica plesioradiografica, che prevede di ridurre la distanza tra la sorgente radiogena e il paziente al minimo possibile. Ciò permette di sfruttare appositamente la geometria del fascio non puntiforme in modo da ottenere un piccolo ingrandimento dell'immagine.

Un'altra tecnica per l'esecuzione di questo radiogramma è la Fuchs View [Figura 10]. Per il paziente traumatizzato viene spesso utilizzata anche la Fuchs View modificata [Figura 12].

Tali tecniche proiettive consentono di ovviare alla limitata mobilità del paziente, mediante inclinazione del fascio radiogeno.

1.2.4 Proiezione “Fuchs View” per il dente dell’epistrofeo



Figura 6. Proiezione Fuchs View per il dente dell'epistrofeo

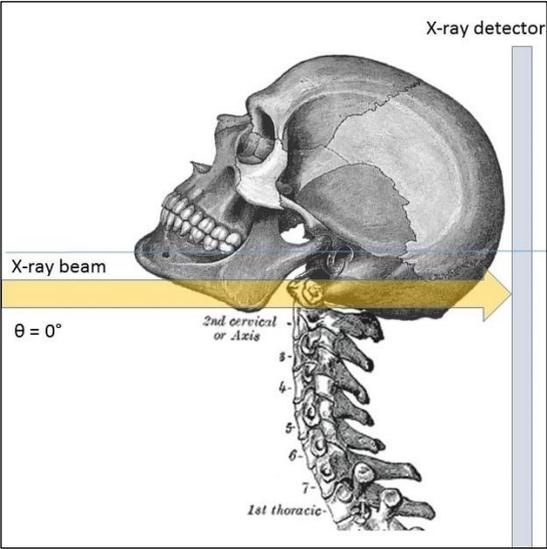


Figura 12. Direzione del fascio nella proiezione Fuchs View standard

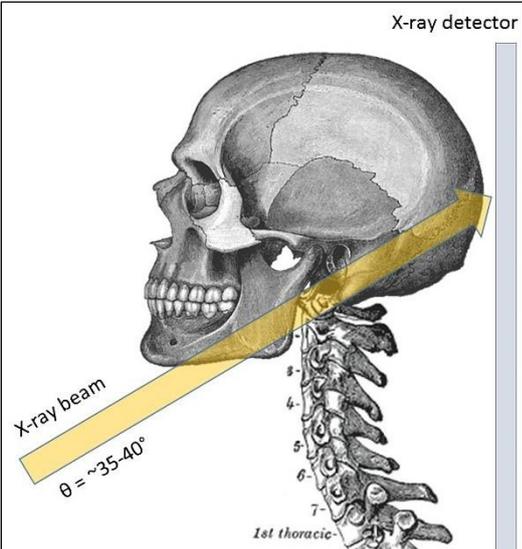


Figura 13. Direzione del fascio nella proiezione Fuchs View modificata per paziente traumatizzato

1.2.4 Proiezione del nuotatore per il passaggio cervico-dorsale



Figura 14. Proiezione del nuotatore per il passaggio cervico-dorsale

- Posizionamento del paziente: per questa proiezione il paziente viene posizionato supino o eretto, a seconda del trauma. Il rivelatore è posizionato in modo parallelo all'asse lungo del rachide cervicale. Il braccio più vicino al rivelatore è posizionato sopra la testa del paziente. Il braccio opposto è posizionato lungo il fianco del paziente con la spalla abbassata il più possibile.
- Centratura e direzione del fascio: il raggio centrale deve essere verticale e incidere al centro dell'angolo tra la base del collo e l'inizio della spalla.
- Punto di emergenza del raggio centrale: punto simmetrico contro-laterale.
- Criteri di correttezza: è importante che siano ben visualizzate le ultime vertebre cervicali e le prime vertebre dorsali. Inoltre l'articolazione gleno-omeroale non deve creare sovrapposizioni con le regioni di interesse.

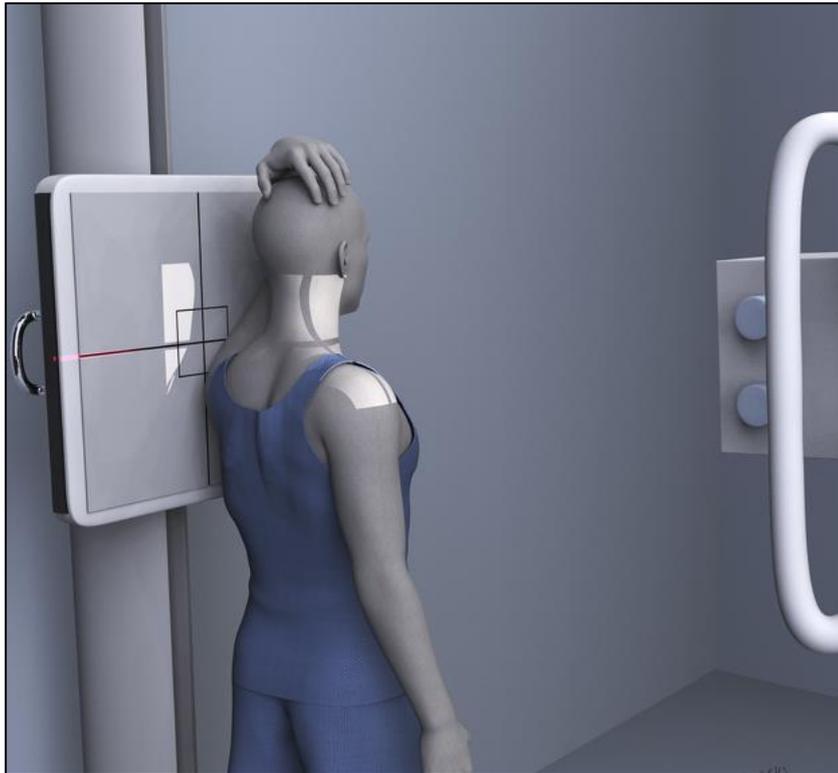


Figura 15. Centrazione e collimazione del fascio nella proiezione del nuotatore

Tecnica di esecuzione:

Kv	mAs	Alternativa Camera	Formato detettore	Uso Potter-Bucky	Distanza
70	80	Camera centrale	18x24 cm	Si	115 cm

I criteri di correttezza per quest'esame prevedono che siano correttamente visibili tutte le vertebre cervicali da C1 a C7, compreso il passaggio tra C7 e D1, che non vi siano rotazioni del capo e che il dente dell'epistrofeo sia libero da sovrapposizioni con altre strutture ossee nella sua specifica proiezione. Qualora non sia possibile rispettare uno o più di questi criteri sarà necessario un completamento con esame di secondo livello in TC.

1.2.5 Studio TC del rachide cervicale

La TC rappresenta la metodica d'elezione per l'individuazione e la caratterizzazione delle lesioni nei pazienti politraumatizzati, nei pazienti definiti ad alto rischio e/o che presentino più di 65 anni d'età. Il medico radiologo, in accordo con lo specialista di Pronto Soccorso, può inoltre richiedere una TC del rachide cervicale come approfondimento diagnostico in pazienti con trauma minore, già sottoposti a *imaging* mediante radiografia della colonna cervicale in tre proiezioni (vedi *supra* Cap. 1). La TC di completamento si rende necessaria nel caso in cui le immagini ottenute mediante le tecniche di *imaging* tradizionale non siano sufficienti al fine di formulare una diagnosi o nel caso in cui la parte anatomica con trauma non sia ben visualizzabile nelle radiografie (ad esempio laddove il dente dell'epistrofeo non sia visualizzato nella sua interezza). La TC può essere richiesta anche nel caso in cui non vengano rispettati gli standard di qualità e i criteri di correttezza nei radiogrammi – un caso frequente è la mancata visualizzazione del passaggio cervico-dorsale. La mancata *compliance* del paziente, nonché le posizioni obbligate che egli assume a causa dei presidi di immobilizzazione del rachide utilizzati in fase di primo soccorso, fanno sì che l'*imaging* convenzionale non garantisca sempre una risposta adeguata in termini diagnostici delle immagini prodotte¹³. La TC, d'altronde, ha una sensibilità pari al 98% nel diagnosticare lesioni cervicali, nettamente maggiore se paragonata a quella di una radiografia tradizionale - nonostante durante le TC di completamento ci si limiti ad indagare normalmente il tratto cervicale interessato da lesione e non il rachide nella sua interezza.¹⁴ Inoltre, il *post processing* delle immagini TC mediante riformattazioni multiplanari e tridimensionali agevola la refertazione e sopperisce ad eventuali limitazioni funzionali dei pazienti con trauma, che non consentono un posizionamento corretto degli stessi. Tra gli svantaggi dello studio TC vanno sicuramente evidenziati un costo nettamente superiore all'*imaging* convenzionale e una dose alla popolazione maggiore che, se non supportata da adeguati quesiti diagnostici, aumenta il rischio di danno biologici ai tessuti, a discapito dei benefici attesi.

¹³ William Ngatchou et al., *Application of the canadian C-Spine Rule and nexus low criteria and results of cervical spine radiography in emergency condition*, 2018.

¹⁴ James F Holmes et al., *Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: a meta analysis*, 2005.

Di seguito una tabella che riporta i parametri di acquisizione, ricostruzione e elaborazione dell'indagine TC del rachide cervicale:

TC RACHIDE CERVICALE
Scout: AP e LL
Tipologia di Acquisizione: Elicoidale
Piano di acquisizione: Trasversale
Inizio acquisizione: Appena sopra la base del cranio
Fine acquisizione: Metà della prima vertebra toracica
Mezzo di contrasto: Solo se richiesto dal medico. Volume:100 mL; Flusso:1.5 mL/s
Gantry tilt: no
DFOV: ~13
SFOV: Large Body
Algoritmo: Standard
Finestra: 350 ww/50 wl
Spessore di fetta/intervallo: 2.5 mm/1.25 mm
Kv/auto Ma: 120-140/125-325
Ricostruzione 2
Algoritmo: Osso
Finestra: 4000 ww/400 wl
DFOV: ~13
Spessore di fetta/intervallo: 2.5 mm/1.25 mm
Riformattazioni: Coronali e sagittali, eventuali CPR
Algoritmo: Osso
Finestra: 4000 ww/ 400wl
Spessore di fetta/intervallo: 2.0 mm/2.0 mm

Tabella 1: Protocollo TC per il rachide cervicale, fonte: Roman L.E. Computed Tomography for Technologists. Second edition Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019

1.4 La radioprotezione del paziente e l'appropriatezza dell'*imaging*

Il D.Lgs 101/2020 riassume le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro tutti i rischi derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti. Il D.Lgs 101/2020 è l'attuazione in Italia della Direttiva Europea (DE) 59/13/EURATOM.

Il D.Lgs 101/2020 riprende numerosi passi del decreto precedente (D.Lgs 187/2000), tuttavia presenta alcune innovazioni, al fine di porre maggiore attenzione su aspetti come le responsabilità riguardo l'ottimizzazione, la qualità e la sicurezza delle attrezzature radiologiche, il sistema di registrazione delle dosi e l'obbligo di inserire le informazioni relative all'esposizione radiologica e medico nucleare all'interno del referto.

In medicina, la valutazione dell'efficacia e dell'appropriatezza di ogni intervento diagnostico si basa sul rapporto rischio-beneficio. In radiologia il rischio è quasi esclusivamente relativo alla dose somministrata e, secondariamente, al rischio farmacologico legato all'utilizzo dei mezzi di contrasto. Risulta necessario, dunque, definire una modalità di registrazione sistematica delle dosi somministrate al paziente da parte di ogni apparecchiatura radiologica e per ogni procedura eseguita. Analizzando le criticità delle apparecchiature, l'appropriatezza dei protocolli di acquisizione e di riduzione della dose, è possibile valutare il rischio intrinseco dell'indagine radiologica e mettere in pratica procedure correttive e di ottimizzazione. Esistono, a livello nazionale ed internazionale, documenti inter-societari che definiscono i livelli diagnostici di riferimento (LDR) per ogni procedura radiologica. Questi non devono essere considerati come limiti insuperabili per le procedure radiologiche, piuttosto come dei "modelli di dose ideale". Il sistematico superamento di questi da parte di definite procedure e/o apparecchiature deve essere oggetto di attenzione da parte del *dose team* e soprattutto dal TSRM, che risulta coinvolto in prima persona nelle questioni dosimetriche poste dal recente decreto. Appare evidente, dunque, che l'impegno in termini radioprotezionistici debba essere inteso in senso interdisciplinare, in quanto sono molteplici le figure professionali che con il loro contributo possono garantire una più corretta e performante gestione dei sistemi e dei processi volti a monitorare la dose e a salvaguardare il paziente dalla stessa, quando non necessaria. I sistemi di registrazione della dose, o sistemi di *dose tracking* o *dose*

monitoring, presenti nelle moderne apparecchiature radiologiche sono fondamentali per un controllo nell'erogazione della radiazione ionizzante alla popolazione e per la continua implementazione dei LDR.

Oltre ai sistemi sopra descritti, anche la valutazione del crescente numero di procedure diagnostiche effettuate in sanità ha assunto negli ultimi anni un'importanza fondamentale. Le diverse metodiche di *imaging* radiologico, se da un lato rappresentano uno strumento indispensabile ai fini diagnostico-terapeutici, dall'altro occupano una vasta fetta dell'erogazione totale delle prestazioni all'interno del Sistema Sanitario Nazionale (SSN) e sono le principali cause esposizione della popolazione a fonti radianti. Si stima che l'esposizione alle radiazioni ionizzanti dovuta a procedure mediche sia aumentata del 600 % negli ultimi anni¹⁵. L'appropriatezza diagnostica rappresenta di conseguenza un punto centrale nella discussione in merito all'esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti.

Il Life Spain Study¹⁶ si pone a favore di un modello lineare che correli la dose al danno biologico senza soglia, evidenziando che anche per basse dosi (0-100 mSv) esiste il rischio di sviluppare nel tempo un tumore radio-indotto. Ciò non deve essere inteso come un negare i benefici fondamentali dell'uso delle radiazioni ionizzanti in medicina per diagnosi e terapia. Bisogna piuttosto promuovere una consapevolezza maggiore degli effettivi rischi biologici e dei rischi clinici derivanti dall'esposizione radiologica ai fini medici, in quanto strategia efficace per ridurre i rischi connessi ad essa, migliorare la sicurezza e ottenere il massimo beneficio dalla prestazione medica. Questo comporta una maggiore suscettibilità in merito all'utilizzo di radiazioni ionizzanti non necessarie. Anche la semplice esecuzione di radiogrammi può esporre il paziente al rischio di danno biologico, pertanto l'accuratezza diagnostica è di fondamentale importanza anche nell'*imaging* convenzionale, oltre che per le grandi macchine. Le sospette lesioni a carico del rachide cervicale in seguito a trauma contusivo sono soggette a un percorso diagnostico che spesso prevede un primo

¹⁵ Hall EJ, Brenner DJ. *Cancer risks from diagnostic radiology*. Br J Radiol. 2008 m, May;81(965):362-78 qui in Davide Caramella et al., *La dose al paziente in diagnostica per immagini*, Springer, 2012, p.1.

¹⁶ Preston DL et al., *Studies of mortality of atomic bomb survivors report 13: solid cancer and non cancer disease mortality: 1957-1997*, Radiat Res, 2003, 160:381-407 qui in op. cit., Davide Caramella et al., p.2.

approccio radiologico convenzionale. L'esecuzione delle proiezioni può risultare problematica a causa della scarsa collaborazione del paziente, della presenza di sistemi di immobilizzazione e della difficoltà intrinseca dell'esame dovuta alla necessità di isolare e visualizzare determinate strutture anatomiche (cap. *Proiezioni trans-orale per il dente dell'epistrotrofeo – proiezione per il passaggio C7-D1*). Considerando la bassa prevalenza di lesioni cervicali in seguito a trauma contusivo semplice, appare utile la ricerca di prove in merito all'efficacia dei metodi di screening clinico volti a limitare l'esposizione dei pazienti a basso rischio di lesione cervicale a dose ionizzante non necessaria.

1.5 I metodi di *screening* di lesione cervicale

CCR e NEXUS rappresentano due tra i metodi di *screening* più avvalorati in letteratura a livello internazionale per la diagnosi di lesioni cervicali in seguito a trauma minore in pazienti adulti con età inferiore a 65 anni. Questi algoritmi consentono di selezionare i pazienti con forte sospetto di lesione, i quali devono essere di conseguenza indirizzati verso *imaging* radiologico. Tali metodi possono essere applicati sia in contesto pre-ospedaliero, durante il primo soccorso, che ospedaliero, da parte del personale addetto all'emergenza, all'ingresso dei pazienti in Pronto Soccorso. Senza l'utilizzo di questi metodi, quasi la totalità dei pazienti con trauma minore viene sottoposta a radiografie del rachide cervicale. Ciò comporta detrimento sanitario della popolazione a causa di esposizione alle radiazioni ionizzanti, elevato tempo per la formulazione della diagnosi, elevato tempo di permanenza dei pazienti in Pronto Soccorso, spesso con l'applicazione di ausili di immobilizzazione del rachide cervicale, i quali possono far insorgere il rischio di sviluppare effetti collaterali¹⁷, aumento della spesa pubblica per prestazioni sanitarie non efficaci o necessarie dal punto di vista clinico-diagnostico. Affinché lo *screening* sia sicuro ed efficace, gli strumenti oggettivi impiegati devono presentare alta sensibilità, basso rapporto di verosimiglianza negativo (indice di accuratezza) e basso tasso di falsi positivi. Studi internazionali hanno condotto a

¹⁷ Sigurbergur Karason et al., *Evaluation of clinical efficacy and safety of cervical trauma collars: differences in immobilization, effect on jugular venous pressure and patient comfort*, 2014.

risultati positivi per quanto riguarda l'applicazione di entrambe le metodologie presentate¹⁸.

1.5.1 La Canadian C-spine Rule

La regola canadese per lo studio della colonna vertebrale cervicale è stata ideata nel 2001 per supportare il personale sanitario nel valutare la necessità di *imaging* diagnostico per pazienti che si presentano al Pronto Soccorso con una lesione del rachide cervicale a seguito di un trauma contusivo. In particolare, questa regola di *screening* clinico è stata sviluppata per essere utilizzata negli adulti vigili (punteggio di 15 sulla scala del coma di Glasgow), stabili e nei quali vi è il sospetto di una lesione del rachide cervicale clinicamente importante (ad esempio una frattura instabile o una lussazione).

Vi sono criteri di inclusione e di esclusione per applicare la CCR.

I criteri di inclusione sono:

- età maggiore di 16 anni;
- dolore al rachide cervicale avvertito dopo un trauma alla testa o al collo;
- trauma occorso nelle ultime 48 ore;
- Glasgow Come Scale (GCS) uguale a 15;
- parametri vitali stabili (pressione arteriosa sistolica maggiore a 90 mm/Hg, frequenza respiratoria tra 10 e 24 atti al minuto);
- mancanza di dolore al rachide;
- presenza di lesioni traumatiche evidenti al di sopra della clavicola.

I criteri di esclusione sono:

- età inferiore a 16 anni;
- GCS inferiore a 15;
- assenza di trauma cranico o cervicale;
- trauma occorso da più di 48 ore;
- vittime di traumi penetranti;

¹⁸ Robert Meek et al., *The safety of nurse clearance of the cervical spine using the National Emergency X- radiography Utilization Study low-risk criteria*, 2007.

- trauma con dinamica penetrante maggiore;
- presenza di paralisi o paresi acuta;
- pazienti gravide;
- pazienti con patologie importanti;
- persistenza della sintomatologia dolorosa.

La regola si basa su tre criteri definiti ad alto rischio (età maggiore o uguale a 65 anni, meccanismo di lesione pericoloso¹⁹, parestesia alle estremità). Se la risposta a tutti e tre i criteri ad alto rischio è negativa, si prosegue valutando la presenza di almeno uno fra i cinque criteri a basso rischio (meccanismo traumatico semplice²⁰, posizione seduta in Pronto Soccorso, possibilità di deambulare in qualsiasi momento, insorgenza ritardata di dolore al collo, assenza di dolorabilità della colonna cervicale mediana) e capacità della persona di ruotare il capo di 45 gradi a destra e a sinistra²¹.

È stato determinato che la sensibilità della regola canadese della colonna vertebrale cervicale varia dal 90 al 100%, mentre la sua specificità varia dall'1 al 77%²². L'ampio intervallo di specificità riflette l'eterogeneità tra gli studi in merito al numero di persone che ricevono l'*imaging* diagnostico non necessario, definito in letteratura come *low value imaging*²³, cioè persone che non hanno una grave lesione del rachide cervicale ma vengono comunque indirizzate all'*imaging* radiologico. È stato determinato che la sensibilità della regola canadese della colonna vertebrale cervicale

¹⁹ Per meccanismo traumatico pericoloso si intende: una caduta da un'altezza maggiore o uguale a 1 metro o 5 scalini, un impatto assiale sulla testa (ad esempio un tuffo), un incidente a velocità maggiore o uguale a 100km/h, un incidente con ribaltamento o espulsione, un incidente in moto o bicicletta.

²⁰ Per meccanismo traumatico semplice si intende un tamponamento posteriore semplice, che non prevede alta velocità, ribaltamento, collisione con bus o camion, e che non ha causato incidenti multipli nel traffico.

²¹ Bruno T Saragiotto et al., *The Canadian C-Spine Rule*, 2016.

²² Zoe A Michaleff et al., *Accuracy of the Canadian C-spine rule and NEXUS to screen for clinically important cervical spine injuries in patients following blunt trauma: a systematic review*, 2012.

²³ Elin Kjelle et al., *Interventions to reduce low-value imaging - a systematic review of interventions and outcomes*, 2021.

varia dal 90 al 100%, mentre la sua specificità varia dall'1 al 77%²⁴. L'ampio intervallo di specificità riflette l'eterogeneità tra gli studi nel numero di persone che ricevono l'*imaging* diagnostico non necessario, definito in letteratura come *low value imaging*, cioè persone che non hanno una grave lesione del rachide cervicale ma vengono comunque indirizzate all'*imaging* radiologico.

A circa il 2% delle persone che si presentano in Pronto viene diagnosticata una lesione del rachide cervicale clinicamente importante a seguito di un trauma contusivo (come ad esempio a seguito di una caduta o di un incidente automobilistico). È stato riscontrato che l'applicazione della regola canadese riduce il tasso di *imaging* a carico del rachide cervicale di circa il 14%, poiché permette di riservare queste indagini a quei pazienti con una maggiore probabilità di una lesione clinicamente importante. La bassa specificità della regola canadese della colonna vertebrale cervicale riflette l'alto tasso di falsi positivi e sta a significare che fino al 56% dei pazienti sarà sottoposto a indagini radiologiche inutilmente. La regola canadese della colonna vertebrale cervicale rispecchia quindi gli obiettivi diagnostici, nella fattispecie non trascurare una lesione del rachide cervicale clinicamente importante, raccomandando l'*imaging* in più casi rispetto alla probabilità effettiva che una persona abbia una grave lesione del rachide cervicale. Anche con un alto tasso di falsi positivi, la regola canadese della colonna vertebrale cervicale riduce il tasso di *imaging* rispetto alla valutazione medica di routine o non strutturata.

²⁴ Zoe A Michaleff et al., *Accuracy of the Canadian C-spine rule and NEXUS to screen for clinically important cervical spine injuries in patients following blunt trauma: a systematic review*, 2012.

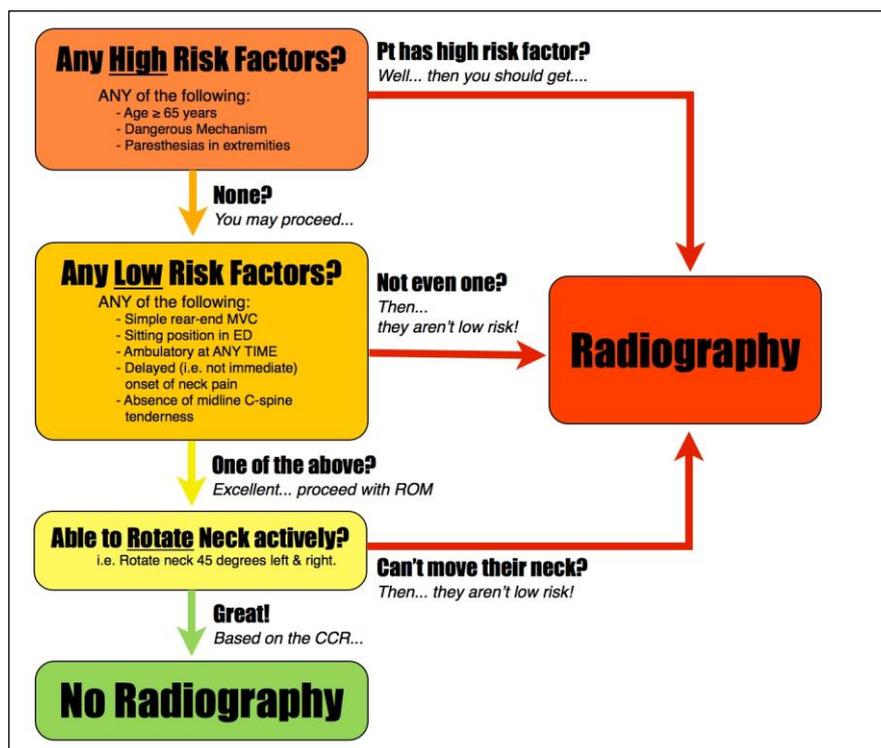


Figura 16::Schema delle Regole Cliniche della Canadian C-Spine Rule

1.5.2 Il protocollo NEXUS

Il protocollo NEXUS è stato proposto nell'anno 2000.

Il criterio di esclusione di indagine radiologica si basa su 5 *item*.

Questi *item* offrono una linea guida, soggetta all'interpretazione dei singoli professionisti.

- 1- La fragilità ossea della colonna cervicale è presente se il paziente lamenta dolore alla palpazione della linea mediana posteriore del collo dalla cresta nucale alla prominente della prima vertebra toracica o se il paziente manifesta dolore alla palpazione diretta di qualsiasi processo spinoso cervicale.
- 2- I pazienti devono essere considerati intossicati se presentano una delle seguenti caratteristiche:
 - recente storia di intossicazione o osservazione diretta dell'assunzione di sostanze stupefacenti
 - prove di intossicazione all'esame diretto come odore di alcool
 - difficoltà nell'eloquio

- comportamento coerente con intossicazione. Possono anche essere considerate intossicate le persone positive ai test di secrezioni corporee positivi per droghe che agiscono sul livello di coscienza.
- 3- L'alterazione della coscienza può includere:
- GCS minore o uguale a 14
 - disorientamento nello spazio e nel tempo con incapacità di ricordare 3 oggetti dopo 5 minuti
 - risposta ritardata o inappropriata a stimoli esterni.
- 4- Qualsiasi disturbo neurologico focale all'anamnesi o riscontrato all'esame motorio-sensoriale.
- 5- Non è possibile dare una definizione precisa di lesione dolorosa distraente. Include qualsiasi condizione valutata dal professionista come sufficiente a causare dolore distraente nei confronti di un'altra lesione; alcuni esempi possono includere:
- fratture di ossa lunghe
 - lesione viscerale
 - grande lacerazione
 - lesione da sventramento
 - lesione da schiacciamento
 - grandi ustioni.

Il professionista può comunque classificare qualsiasi lesione come distraente (*distracting injury*) se si pensa che abbia il potenziale di compromettere la capacità del paziente di apprezzare altre lesioni⁵.

Uno studio²⁵ condotto al fine di valutare l'accuratezza di questa regola clinica, confrontata con il metodo CCR, ha valutato che per quest'ultimo la sensibilità varia da 0,90 a 1,00 e la specificità variava da 0,01 a 0,77. Per i criteri NEXUS invece, la sensibilità varia da 0,83 a 1,00 e la specificità da 0,02 a 0,46. Questo studio ha confrontato direttamente l'accuratezza di queste due regole utilizzando la stessa coorte di pazienti e ha evidenziato che il metodo CCR risulta essere più preciso. Per entrambe

²⁵ Zoe A Michaleff et al., *Accuracy of the Canadian C-spine rule and NEXUS to screen for clinically important cervical spine injuries in patients following blunt trauma: a systematic review*, 2012.

le regole, un test negativo è stato più informativo per ridurre la probabilità di una lesione del rachide cervicale clinicamente importante.

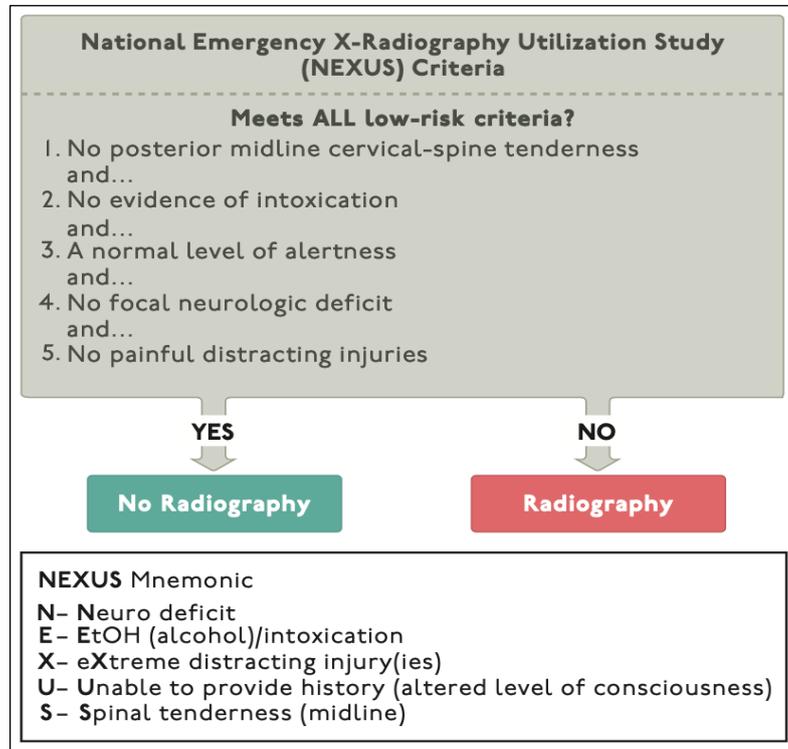


Figura 17: Schema delle regole cliniche del protocollo NEXUS

2. MATERIALI E METODI

2.1 Formulazione del quesito di ricerca

I quesiti di ricerca della revisione della letteratura in oggetto sono i seguenti:

1. Esistono studi in letteratura a sostegno dell'utilizzo di CCR e NEXUS per la riduzione dell'*imaging* radiologico non necessario in pazienti con trauma contusivo?
2. Quale è l'impatto dosimetrico dell'*imaging* radiologico del rachide cervicale in pazienti con trauma contusivo senza e con l'applicazione delle regole di *screening* predittive di lesione?
3. In che modo il personale tecnico di radiologia può essere coinvolto nella conduzione di studi scientifici finalizzati ad un'ottimizzazione dei protocolli per l'*imaging* cervicale in pazienti con trauma contusivo?

Per la formulazione dei quesiti di ricerca, si è scelto di utilizzare il modello PICO (Patient, Intervention, Comparison, Outcome). In base alle evidenze scientifiche riscontrabili in letteratura, si evince che seguire tale modello nella ricerca porti a risultati migliori rispetto all'utilizzo di altri modelli o a non utilizzarli affatto²⁶.

Primo quesito:

P	Pazienti adulti, sia di sesso maschile che femminile, con trauma contusivo
I	Applicazione CCR e NEXUS
C	Non applicazione CCR e NEXUS
O	Percentuale <i>imaging</i> non necessario

Secondo quesito:

P	Pazienti adulti, sia di sesso maschile che femminile, con trauma contusivo
I	Applicazione regole di <i>screening</i>
C	Non applicazione di regola di <i>screening</i>
O	Dose al paziente

²⁶ Mette B Eriksen et al., *The impact of patient, intervention, comparison, outcome (PICO) as a search strategy tool on literature search quality: a systematic review*, 2018.

Terzo quesito:

P	TSRM
I	Coinvolgimento nel <i>dose team</i>
C	Mancato coinvolgimento
O	Ottimizzazione dei protocolli diagnostici

2.2 Banche dati e strategie di ricerca

Sono state utilizzate le strategie di ricerca raccomandate dal documento del Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA)²⁷ e la Cochrane Handbook for Systematic reviews of Interventions²⁸ per avere accuratezza metodologica.

I principali motori di ricerca sono stati PubMed, un archivio elettronico di testi interi liberi di letteratura biomedica scientifica, Google Scholar, motore di ricerca di materiali accademici, e il database delle revisioni sistematiche della Cochrane Library, che include le revisioni sistematiche Cochrane, i protocolli delle revisioni sistematiche Cochrane e gli editoriali.

Ricerca su PubMed

Titoli, *abstract*, parole chiave e testi liberi sono stati cercati usando diverse stringhe di ricerca e combinando parole chiave e termini Mesh mediante l'utilizzo degli operatori booleani.

Le stringhe di ricerca formulate sono le seguenti:

1. (Cervical spine imaging) OR (CCR) AND (NEXUS)
2. (Cervical spine imaging) OR (blunt trauma)
3. (Cervical spine imaging) OR (dose limitation)
4. (Cervical spine imaging) OR (radiographer)
5. (Inappropriate imaging OR cervical spine)
6. (Inappropriate imaging OR CCR OR NEXUS)
7. (Inappropriate imaging OR CCR AND NEXUS)
8. (Low value imaging OR cervical spine)

²⁷ David Moher et al., *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis protocols (PRISMA-P)*, 2015.

²⁸ Julian PT Higgins et al., *Guide to the contents of a Cochrane protocol and review*, 2008.

9. (Radiographer OR cervical spine imaging AND CCR AND NEXUS)
10. (Radiographer OR CRR AND NEXUS)
11. (Cervical spine trauma OR inappropriate imaging)
12. (Cervical spine imaging OR blunt trauma)
13. (Cervical spine injury OR screening methods)
14. (Emergency medical services OR cervical spine imaging)
15. (Cervical spine X-Ray OR CCR OR NEXUS)
16. (Cervical spine X-Ray OR CCR AND NEXUS)
17. (Cervical spine CT OR CCR OR NEXUS)
18. (Cervical spine CT OR CRR AND NEXUS).

Ricerca su Google Scholar

La strategia di ricerca ha riguardato termini che descrivessero la correlazione tra l'uso delle strategie di screening di lesione cervicale e la riduzione di indagini radiologiche di primo e secondo livello in pazienti con trauma contusivo e il coinvolgimento del TSRM.

Sono state utilizzate le seguenti parole chiave: cervical spine imaging, blunt trauma, CCR, NEXUS, dose limitation, radiographer.

I filtri di ricerca impostati includevano gli articoli scientifici in qualsiasi lingua pubblicati nell'intervallo temporale 2009-2022.

Ricerca su Cochcrane Library

In quest'ultimo approccio di ricerca, si è deciso di cercare le revisioni per argomento, raggruppandole in base agli strumenti di *screening* di lesioni cervicali analizzati (CCR e NEXUS).

Per quel che riguarda la consultazione di tutti e tre i database di ricerca, sono stati inclusi articoli che rispettassero i seguenti criteri (limiti impostati):

- pertinenza con gli argomenti inerenti ai quesiti di ricerca;
- pubblicazioni non antecedenti all'anno 2009;
- studi di popolazione umana in età adulta;
- studi realizzati in contesti ospedalieri pubblici e privati;
- studi riportati in articoli *full text*;
- studi in lingua italiana o inglese.

I criteri di esclusione sono stati:

- anno di pubblicazione precedente al 2009;
- applicazione dei metodi di *screening* sulla popolazione anziana;
- applicazione dei metodi di *screening* sulla popolazione pediatrica;
- applicazione dei metodi di *screening* da parte degli infermieri;
- applicazione dei metodi di *screening* per il distretto toracico;
- studi su pazienti con vecchie lesioni spinali;
- pazienti immunocompromessi noti e non considerabili in salute al momento del trauma;
- studi su animali, in vitro, simulazioni di realtà virtuali.

2.3 Raccolta dei dati

La tabella di estrazione dei dati (allegato 1) mostra come è stata organizzata la raccolta.

Tutti i dati sono stati catalogati secondo i seguenti *item*:

- autore;
- anno di pubblicazione;
- titolo;
- disegno dello studio;
- obiettivi;
- risultati.

I dati sono stati raccolti nell'arco temporale dal 15 giugno al 15 settembre 2022.

La raccolta dei dati ha avuto come obiettivo il determinare se in letteratura siano presenti evidenze per rispondere ai quesiti di ricerca posti dal presente lavoro (vedi *supra*).

I dati raccolti sono stati sottoposti al processo di *screening*, selezione e inclusione degli articoli secondo il modello PRISMA (allegato 2). Il sistema che si è scelto di utilizzare guida gli autori nel miglioramento della fase di *reporting* e aumenta la precisione scientifica ed il dettaglio della presentazione di revisioni sistematiche e meta-analisi. Esso è composto da una checklist di 27 *item* e da un diagramma di flusso in 4 *step*. Il PRISMA si focalizza sulle modalità con cui gli autori possono garantire un report trasparente e completo. Lo scopo è quello di aiutare a riportare un'ampia gamma di articoli scientifici e revisioni sistematiche finalizzate a valutare benefici e rischi degli

interventi sanitari. La maggior parte degli *item* della *checklist* sono utili anche per i report di revisioni sistematiche di studi non randomizzati che valutano benefici e rischi degli interventi sanitari. Coloro che, invece, affrontano quesiti di eziologia, diagnosi o prognosi o conducono revisioni sistematiche di studi epidemiologici o di accuratezza diagnostica possono avere necessità di modificare o di inserire alcuni *item*. Gli *item* sono elencati in sequenza 1-27 ma gli autori non sono tenuti a seguire l'ordine specifico nella stesura dell'articolo; devono comunque garantire che le informazioni per ciascun *item* siano riportate²⁰.

3. RISULTATI

3.1 Analisi dei dati

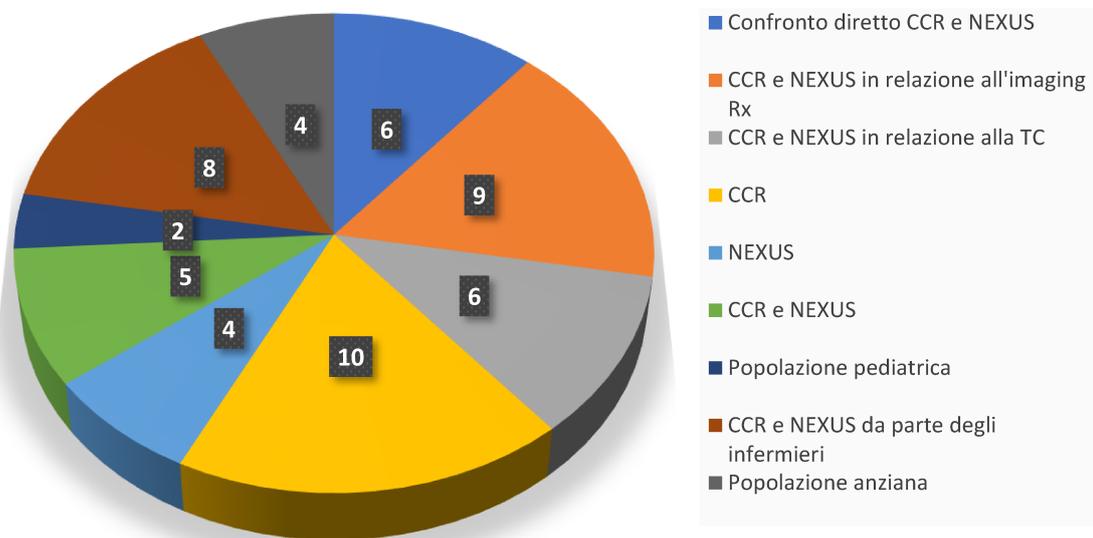
La revisione ha preso in considerazione un totale di 54 articoli scientifici che sono stati suddivisi secondo i seguenti criteri:

- argomento principale dello studio (*main topic*);
- disegno dello studio (*study design*);
- coinvolgimento del TSRM nello studio.

Argomento dello studio

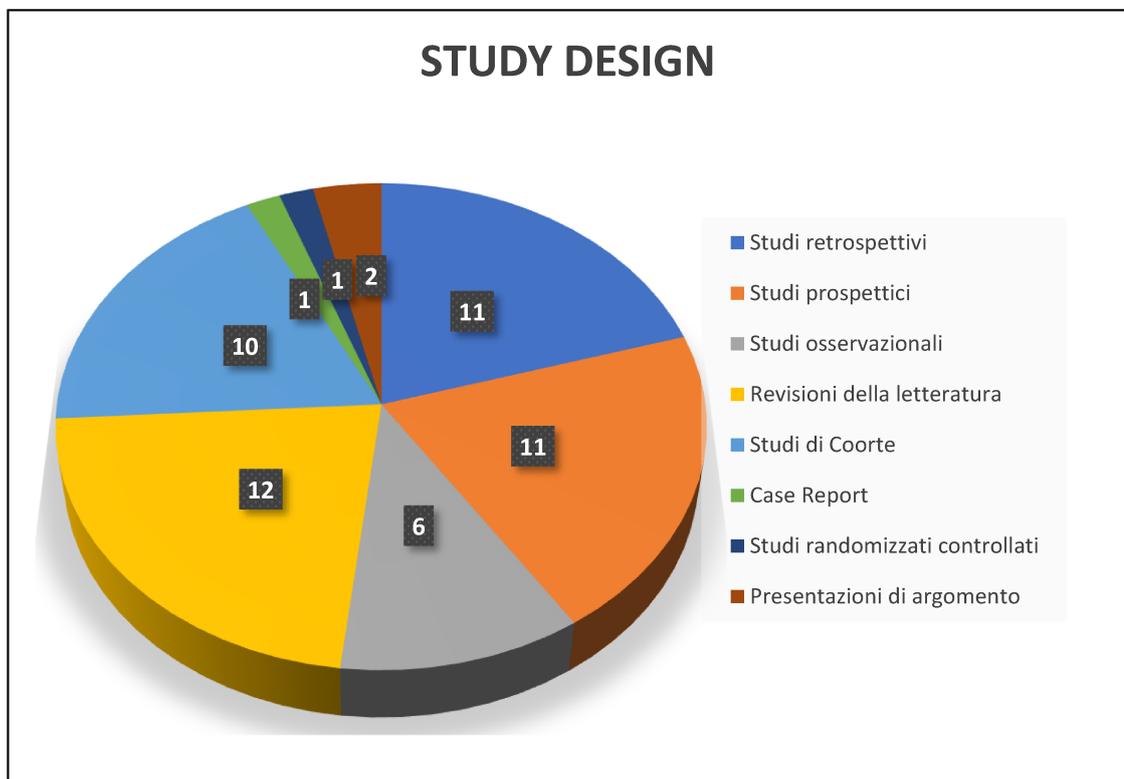
- n. 6 articoli sono riconducibili a un confronto diretto tra CCR e NEXUS, poiché l'accuratezza diagnostica di entrambe le regole è stata valutata sullo stesso gruppo di pazienti;
- n. 6 articoli prendono in considerazione l'influenza di CCR e/o NEXUS esclusivamente in merito all'*imaging* TC;
- n. 9 articoli prendono in considerazione l'influenza di CCR e/o NEXUS esclusivamente in merito all'*imaging* radiologico;
- n. 10 articoli riportano risultati in merito a studi eseguiti esclusivamente sulla CCR;
- n. 4 articoli riportano risultati in merito a studi eseguiti esclusivamente sul protocollo NEXUS;
- n. 4 articoli riportano risultati in merito all'utilizzo di CCR e NEXUS, senza presentare un confronto diretto;
- n. 4 articoli riportano i risultati in merito all'utilizzo di CCR e/o NEXUS sulla popolazione anziana;
- n. 2 articoli riportano i risultati in merito all'utilizzo di CCR e/o NEXUS sulla popolazione pediatrica;
- n. 7 articoli riportano i risultati in merito all'utilizzo di CCR e/o NEXUS da parte del personale infermieristico;
- n. 2 articoli riguardano la gestione dei traumi del rachide cervicale e i metodi di *screening*.

MAIN TOPIC



Disegno dello studio

- Studi retrospettivi: n.11
- Studi prospettici: n.11
- Revisioni della letteratura: n.12
- Studi osservazionali: n.6
- Case Report: n.1
- Studi di Coorte: n.10
- Studi randomizzati controllati: n.1
- Presentazioni di argomento: n.2



Coinvolgimento del TSRM nello studio

Dagli articoli e dalle revisioni esaminati è possibile constatare che la figura del TSRM non viene menzionata, nonostante siano sempre presenti riferimenti all'*imaging* di controllo per verificare la validità delle regole decisionali applicate.

3.2 Descrizione e discussione

Tra gli articoli riscontrati, vi sono numerosi studi che supportano la validità dell'utilizzo delle regole decisionali cliniche CCR e NEXUS al fine di ridurre l'esposizione a dose radiologica non necessaria nei pazienti con trauma contusivo del rachide cervicale. Diversi studi propongono una modifica di tali regole al fine di compensare le eventuali difficoltà nell'applicazione da parte del personale sanitario²⁹ o per prendere in considerazione la popolazione anziana e/o quella pediatrica, non incluse nell'ambito di applicazione di CCR e NEXUS. Sono state evidenziate le notevoli potenzialità delle regole cliniche predittive nel ridurre non solo la dose radiologica non necessaria, ma anche i costi sanitari e i tempi di permanenza in Pronto Soccorso³⁰. Inoltre è stata valutata l'efficacia dei metodi nell'indirizzare correttamente il paziente con trauma contusivo del rachide cervicale al percorso diagnostico più adeguato.

Le evidenze riscontrate in letteratura sono state organizzate come segue per rispondere ai quesiti di ricerca posti dal presente elaborato.

3.2.1 Confronto tra CCR e NEXUS

Tra le due metodologie di screening, la CCR sembrerebbe essere più sensibile e affidabile. Una revisione sistematica del 2012 di Zoe A. Michaleff et al. "*Accuracy of the Canadian C-spine rule and NEXUS to screen for clinically important cervical spine injury in patients following blunt trauma: a systematic review*" ha preso in considerazione 578 articoli riscontrando che entrambe le regole decisionali cliniche sono altamente sensibili e hanno il potenziale di ridurre i tassi di *imaging* per il rachide cervicale. Tuttavia, un confronto diretto delle due metodologie di *screening* ha riportato una migliore accuratezza diagnostica della CCR, constatando che avrebbe

²⁹ Nicholas Moser et al., *Validity and reliability of clinical prediction rules used to screen for cervical spine injury in alert low-risk patients with blunt trauma to the neck: part 2. A systematic review from the Cervical Assessment and Diagnosis Research Evaluation (CADRE) Collaboration*, 2018.

³⁰ Ian G. Stielle et al., *Implementation of the Canadian C-Spine Rule: prospective 12 centre cluster randomised trial*, 2009.

potuto ridurre l'*imaging* radiologico del 44%, mentre NEXUS avrebbe comportato solo una riduzione del 36%. Una revisione della letteratura del 2020 di Michele Moeri et al. "*Cervical spine clearance after blunt trauma: current state of the art*" ha preso in considerazione 417 articoli presenti in letteratura, riscontrando una migliore sensibilità e specificità per la CCR: sensibilità e specificità variavano rispettivamente da 0,90 a 1,0 e da 0,01 a 0,77 per la CCR rispetto alla variazione da 0,83 a 1,0 e rispettivamente da 0,13 a 0,46 per il protocollo NEXUS. Uno studio prospettico del 2020 di Parisa Ghelichkhani et al. "*Value of Canadian C-spine rule versus the NEXUS criteria in ruling out clinically important cervical spine injuries: derivation of modified Canadian C-spine rule*" ha analizzato i dati provenienti da 673 pazienti sottoposti a entrambe le regole decisionali cliniche e successivamente sottoposti a *imaging*, riscontrando che la sensibilità del protocollo NEXUS era del 93,4% mentre quella della CCR era del 100%. Questo studio ha riportato anche i risultati che si ottengono mediante l'uso di una CCR modificata, alla quale sono stati rimossi dal modello un fattore ad alto rischio (i meccanismi pericolosi) e uno a basso rischio (la collisione semplice di veicoli a motore nella parte posteriore). Anche in questo caso la sensibilità riscontrata è stata del 100%. Altri due studi ("*The Canadian C-Spine Rule versus the NEXUS Low-Risck Criteria in Patients with Trauma*" di Stiell et al. e "*Evidence-based imaging evaluation of the cervical spine in trauma*" di C. Craig Blackmore), frutto della ricerca in letteratura, hanno riportato le evidenze in merito alla maggiore sensibilità e validità del metodo CCR, ma sono stati esclusi dalla strategia di ricerca usata in quanto pubblicati precedentemente all'anno 2009, considerato anno limite per riportare dati aggiornati e coerenti con le tecnologie moderne e con i protocolli diagnostici in essere. Altri studi hanno riportato la superiorità della CCR in maniera indiretta, mediante confronto con i risultati ottenuti con l'applicazione del protocollo NEXUS, laddove l'obiettivo di ricerca non era dimostrare quale delle due regole fosse più valida. Inoltre la maggior parte degli articoli analizzati studiava e valutava esclusivamente la metodica CCR in quanto reputata la più efficiente regola decisionale clinica per lo studio del rachide cervicale conosciuta attualmente.

Uno studio trasversale del 2012 "*Adherence to Canadian C-Spine Rule in a regional hospital: a retrospective study of 406 cases*" di Mark Paxton et al. ha riportato che dei

406 pazienti soggetti all'indagine, 155 sono stati sottoposti a *imaging* del rachide cervicale che non era indicato secondo la regola CCR. Nessuno di questi pazienti ha riportato una lesione significativa del rachide cervicale. In questo caso l'applicazione della CCR avrebbe ridotto in modo sicuro il tasso di *imaging* radiologico del rachide cervicale del 38%, limitando l'esposizione a dose radiante non necessaria e i costi sanitari.

Uno studio prospettico del 2011 "*Validation of the Canadian c-spine rule in the UK emergency department setting*" di Frank Coffey et al. ha analizzato il tasso di riduzione dell'*imaging* radiologico mediante l'utilizzo della regola CCR in un periodo di due anni in due ospedali diversi del Regno Unito. Nello studio, si è scelto di validare l'applicazione della regola decisionale mediante controllo con *imaging radiologico*, sia che la regola indirizzasse i pazienti verso un forte sospetto di lesione cervicale (e richiedesse quindi l'esecuzione di radiografie), sia nel caso contrario. Lo studio ha coinvolto in totale 1420 pazienti e la radiografia del rachide cervicale è stata eseguita su 987 pazienti (69,5%). Tra essi, 8 (0,6%) riportavano una lesione della colonna vertebrale cervicale. Se la decisione nel prescrivere l'*imaging* radiologico fosse stata in accordo con l'esito della CCR, 815 (57,4%) pazienti non sarebbero stati sottoposti a radiografia del rachide cervicale e non sarebbe stata mancata nessuna lesione spinale. I risultati dello studio riportano dunque una riduzione effettiva del 17,4% delle radiografie non necessarie senza incidere in maniera negativa sulla cura del paziente.

3.2.2 Linee guida in merito all'utilizzo della TC per il trauma contusivo del rachide cervicale

In merito all'utilizzo della TC come approccio diagnostico nel caso di paziente con trauma contusivo del rachide cervicale, la sua esecuzione si rende necessaria laddove il meccanismo di lesione sia ad alto rischio o laddove l'*imaging* radiologico tradizionale non consenta una corretta visualizzazione di tutte le strutture di interesse. Sono stati riscontrati quattro articoli che trattavano tematiche in merito all'utilizzo della TC per questa tipologia di esame associato alle metodologie di *screening* clinico. Uno studio del 2016 "*Utility of computed tomographic imaging of the cervical spine in trauma evaluation of ground-level fall*" di Marc D Benayoun et al. ha riscontrato

che la TC è abusata per i meccanismi di lesione a basso rischio, inclusa la caduta da terra. Questo studio retrospettivo aveva come *outcome* primario la prevalenza della frattura del rachide cervicale. Dei 760 pazienti che soddisfacevano i criteri di inclusione, sono state identificate 7 fratture della colonna vertebrale cervicale. Tutte le fratture sono state identificate in base ai criteri NEXUS e CCR con una sensibilità del 100%. Lo studio ha valutato quanto l'applicazione delle regole cliniche predittive CCR e NEXUS avrebbe influito sul tasso di esposizione alle radiazioni ionizzanti della TC e sui costi economici derivanti dall'*imaging*. I risultati hanno riportato che l'applicazione coerente delle regole decisionali cliniche ridurrebbe i costi annuali di *imaging* a livello nazionale negli Stati Uniti da 6,8 a 9,6 milioni di dollari in base a NEXUS (da 6,4 a 15,6 milioni di dollari in base alla CCR) e ridurrebbe l'esposizione alla dose di radiazioni della popolazione da 0,8 a 1,1 milioni di mGy in base a NEXUS (0,7-1,9 milioni di mGy in base al CCR) se applicato a tutti i centri traumatologici di livello I. Uno studio retrospettivo del 2017 “*Yield of computed tomography of the cervical spine in cases of simple assault*” di Matthew L Uriell et al. (l'articolo non è *full text*, ma è stato tenuto comunque in considerazione per la rilevanza delle informazioni) ha riportato un uso eccessivo e preoccupante della TC, presso il proprio ed altri centri, per lo studio del rachide cervicale anche nel caso di traumi “semplici” o non penetranti. Per questo motivo ha indagato quanto avrebbero influito le regole decisionali cliniche CCR e NEXUS sul tasso di *imaging* e sui costi relativi applicandole a 460 pazienti che soddisfacevano i criteri di inclusione. L'*outcome* primario di interesse era la prevalenza della frattura del rachide cervicale e nel campione selezionato di pazienti non è stata identificata nessuna frattura. Circa il 29% dei pazienti non richiedeva l'*imaging* mediante CCR mentre il 25% mediante NEXUS. Dunque, l'adesione a CCR e NEXUS all'interno di questa popolazione di pazienti avrebbe ridotto sia i costi dell'*imaging* che l'esposizione alla dose di radiazioni ionizzanti. Uno studio prospettico del 2020 “*Appropriate CT cervical spine utilization in the emergency department*” di Mark Baker et al. ha ricercato quanto avrebbe influito l'applicazione del protocollo NEXUS all'interno del proprio centro traumatologico sul tasso di scansioni TC inappropriate. All'interno dell'ospedale venivano eseguite ogni anno oltre 40'000 scansioni TC per circa 75'000 pazienti giunti al Pronto Soccorso, ovvero un tasso del 53%, notevolmente al di sopra del tasso di scansioni TC della

media nazionale che varia dall'11% al 24,6%. Grazie all'applicazione del protocollo NEXUS, il numero complessivo di scansioni TC della colonna cervicale è stato ridotto del 23%. Ciò è dovuto ad un miglioramento dell'adeguatezza medica nelle prescrizioni diagnostiche in quanto l'applicazione di NEXUS ha ridotto la variabilità e le discordanze dei medici nel definire l'iter appropriato.

Uno studio prospettico del 2011 "*Screening cervical spine CT in a level I trauma center: overutilization?*" di Brent Griffith et al. ha valutato in che modo l'applicazione dei protocolli CCR e NEXUS avrebbe influito sul tasso di *imaging* TC. Ha rilevato che l'applicazione rigorosa dei criteri NEXUS avrebbe ridotto del 23,9% il numero di scansioni TC del rachide cervicale con risultati negativi nei pazienti che presentavano un trauma contusivo. Allo stesso modo, l'applicazione dei criteri abbreviati CCR avrebbe comportato una riduzione del 28,9% del numero di studi con risultati negativi. L'applicazione di entrambi i criteri clinici avrebbe comportato una riduzione solo del 7,6% perché l'applicazione simultanea di due criteri di screening separati riduce notevolmente la specificità dei criteri e porta ad un aumento sostanziale del numero di studi non necessari.

Altri articoli frutto della ricerca in letteratura hanno riportato tematiche riguardanti un appropriato utilizzo della tecnologia TC per lo studio del rachide cervicale, ma sono stati esclusi dalla strategia di ricerca in quanto pubblicati precedentemente all'anno 2009. Vi è comune accordo nell'indirizzare il paziente all'*imaging* radiologico tradizionale nel caso di meccanismo di lesione traumatica a basso rischio, mentre nel caso di meccanismo ad alto rischio è più indicata la scansione TC, in quanto maggiormente sensibile ed in grado di diagnosticare anche gravi lesioni legamentose. Le regole decisionali cliniche CCR e NEXUS si dimostrano utili nell'indirizzare il paziente verso un iter diagnostico adeguato e a limitare l'abuso della tecnologia TC, con conseguente diminuzione della dose radiante alla popolazione, riduzione dei costi sanitari, riduzione dei tempi di permanenza nei reparti di pronto soccorso e di conseguenza un'ottimizzazione nella gestione del tempo da parte del personale sanitario.

3.2.3 Criticità riscontrate

La ricerca in letteratura ha riportato che l'applicazione della regola CCR è in grado di ridurre il tasso di *imaging* non necessario tra il 17% e il 44% per quanto riguarda l'*imaging* convenzionale, e tra il 28% e il 29% per quanto riguarda l'*imaging* TC. NEXUS invece, è in grado di ridurre il tasso di *imaging* non necessario tra il 12,6% e il 36% per quanto riguarda l'*imaging* convenzionale, e tra il 23,9 % e il 25% per quanto riguarda la TC. Anche i dati riportati in merito alla conseguente riduzione del carico dosimetrico alla popolazione e dei tempi di permanenza nei reparti di Pronto Soccorso sono non trascurabili. Alcune criticità segnalate sono la difficoltà nel memorizzare e applicare la regola nella realtà quotidiana. Per questo motivo si è tentato di introdurre alcune regole CCR modificate al fine di renderne più semplice l'applicazione da parte del personale sanitario. Tuttavia, la regola CCR originale riporta la maggiore validità in termini di sensibilità e specificità. Diversi studi hanno mostrato carenze circa le strategie di implementazione delle regole di screening clinico nelle strutture sanitarie, anche in base al contesto culturale e socio-sanitario. Effettuare delle ricerche in merito potrebbe aumentare la diffusione di tali strumenti.

Tra gli articoli presi in considerazione, numerosi hanno riportato le difficoltà legate all'esecuzione dell'*imaging* radiologico tradizionale per questa tipologia di esame diagnostico. Uno studio retrospettivo del 2018 “*Application of the canadian C-Spine Rule and nexus low criteria and results of cervical spine radiography in emergency condition*” di William Ngatchou et al. ha sottolineato il problema dosimetrico legato all'*imaging* del rachide cervicale e le sue cause. Come precedentemente descritto (vedi *supra* cap. 1.1) un'indagine radiologica adeguata comprende tre proiezioni: una vera vista laterale, che deve includere tutte e sette le vertebre cervicali oltre alla giunzione C7-T1, una vista antero-posteriore e una vista dell'odontoide a bocca aperta. Nel contesto del trauma, queste immagini risultano di difficile acquisizione poiché il paziente può essere dolorante, confuso, privo di sensi o incapace di cooperare al movimento a causa dei dispositivi di immobilizzazione che gli sono stati applicati. Lo studio ha riportato che molto comunemente le radiografie standard risultano insufficienti per rispondere al quesito diagnostico e nel 92% dei casi l'assenza di visualizzazione delle vertebre cervicali inferiori ne è la causa. In particolare, su un

campione di 281 pazienti selezionati, la qualità delle radiografie era sufficiente solo nel 37,7% dei pazienti. La scarsa qualità dell'*imaging* radiologico era dovuta all'assenza di visualizzazione della vertebra C7 nel 64,6%, all'assenza di più di una vertebra cervicale inferiore nel 28%, all'assenza di *imaging* a bocca aperta nell'8%, all'assenza di C1 nel 3,4% e alla presenza di artefatti nel 2,3% dei casi. Ciò rende spesso necessario il completamento dell'esame radiografico tradizionale mediante studio TC. In questi termini, risulta rilevante il ruolo del TSRM, che può agire a livello tecnico per ottimizzare la pratica radiologica ed evitare, in alcuni casi, di dover ricorrere alla TC.

Il suo conseguente utilizzo sistematico per la valutazione iniziale del danno contusivo del rachide cervicale evidenzia il problema dell'esposizione alle radiazioni e porta ad un aumento ingiustificato dei costi sanitari. Lo studio ha applicato CCR e NEXUS sul campione di pazienti selezionati, riportando che le regole sono state rispettate nel 91,8% (CCR) e nel 96,8% dei casi (NEXUS). L'alto tasso di *imaging* radiologico inadeguato rafforza dunque il dibattito sulla sua necessità in condizioni di emergenza e la necessità di studiare e implementare regole decisionali cliniche volte alla riduzione di *imaging* non necessario. Lo studio riporta, inoltre, informazioni in merito a un sondaggio inviato a 61 medici di emergenza dello stato americano del Massachusetts. È stato riferito che solo il 56% e il 10% di loro ha riconosciuto l'utilizzo rispettivamente delle regole NEXUS e CCR nelle loro pratiche attuali. Il motivo più comunemente citato per il mancato uso delle regole NEXUS è stata l'insistenza del paziente nell'ottenere una radiografia, che nel comune modo di pensare dei cittadini rappresenta il metodo diagnostico migliore per ottenere una diagnosi accurata. Il motivo più comunemente nominato per il mancato uso della CCR è la difficoltà nel memorizzare gli *item* che compongono il modello e il difficile utilizzo nella pratica quotidiana. Una revisione sistematica del 2018 "*Validity and reliability of clinical prediction rules used to screen for cervical spine injury in alert low-risk patients with blunt trauma to the neck: part 2. A systematic review from the Cervical Assessment and Diagnosis Research Evaluation (CADRE) Collaboration*" (articolo non *full text*, ma tenuto comunque in considerazione per la rilevanza delle informazioni) di N. Moser et al. ha supportato l'uso di regole decisionali cliniche per lo screening di lesioni del rachide cervicale in pazienti adulti a basso rischio con trauma contusivo al rachide

cervicale, riportando che la regola CCR ha costantemente dimostrato un'eccellente sensibilità e valori predittivi negativi. Tale revisione, tuttavia, suggerisce che la riproducibilità delle regole di previsione clinica possa variare a seconda del livello di formazione ed esperienza degli esaminatori. La formazione assume dunque un ruolo chiave nei processi di implementazione dei metodi di screening clinico per lesioni cervicali a seguito di trauma contusivo. Una revisione sistematica del 2018 “*Effectiveness of Implementing Evidence-based Interventions to Reduce C-spine Image Ordering in the Emergency Department: A Systematic Review*” di Shashwat Desai et al. ha esaminato l'attuazione e l'efficacia degli interventi progettati per ridurre il tasso di *imaging* per pazienti adulti che si presentano al Pronto Soccorso con trauma del rachide cervicale. I risultati hanno riportato una moderata presenza di prove e studi di alta qualità che dimostrassero l'efficacia dell'utilizzo di regole cliniche predittive in grado di ridurre il tasso di *imaging* del rachide cervicale nei pazienti con tale tipologia di trauma. Nonostante l'eterogeneità dei risultati, lo studio asserisce che tali interventi, in particolar modo CCR e NEXUS, sembrano comunque essere efficaci nel ridurre l'*imaging* radiologico. La revisione evidenzia la necessità di condurre ulteriori studi di alta qualità per valutare l'efficacia delle regole decisionali basate sull'evidenza e soprattutto per analizzare le loro strategie di attuazione e implementazione all'interno delle varie strutture sanitarie. Tali ricerche si rendono utili sia per ridurre il tasso di *imaging* non necessario del rachide cervicale, sia per comprendere ed affrontare gli ostacoli legati all'uso delle linee guida per queste strategie.

Altri studi frutto della ricerca in letteratura hanno evidenziato la necessità di ulteriori approfondimenti volti a risolvere alcune problematiche inerenti i metodi di riduzione del tasso di *imaging* non necessario, ma sono stati esclusi dalla strategia di ricerca in quanto pubblicati precedentemente all'anno 2009 oppure per la mancata rilevanza e incongruenza con i quesiti di ricerca. Alcuni di questi studi hanno riportato, ancora una volta, l'importanza della formazione del personale sanitario, delle strategie volte ad aumentare la consapevolezza sugli aspetti radioprotezionistici e dell'influenza che il contesto culturale e socio-sanitario del territorio esercita sulle differenti realtà ospedaliere in merito all'utilizzo e all'implementazione delle metodologie di screening.

Dalla ricerca in letteratura sono emersi, tramite l'utilizzo delle *key word* "NEXUS" e "*clinical decision rules*", anche degli studi in merito a regole decisionali cliniche proposte per guidare in modo sicuro il paziente che si presenta in urgenza con dolore toracico di tipo intermittente o contusivo. Tali studi, seppure esclusi dalla revisione per via dell'incongruenza con i quesiti di ricerca, riportano dei risultati analoghi a quelli visti per quanto riguarda l'applicazione di CCR e NEXUS per il distretto del rachide cervicale, mettendo in evidenza, laddove applicate le regole decisionali, la diminuzione dell'*imaging* non necessario e quindi dei costi sanitari e della dose alla popolazione³¹. Le regole cliniche decisionali, dunque, si dimostrano in letteratura un valido strumento a supporto della pratica quotidiana e possono essere applicate a differenti distretti anatomici. La ricerca e l'implementazione di più regole decisionali cliniche potrebbe aumentare notevolmente la riduzione della dose radiologica e l'ottimizzazione delle risorse sanitarie.

3.3 Limiti della ricerca

I limiti di questa revisione includono l'uso selezionato di fonti di dati, la qualità metodologica moderata degli studi inclusi e l'impossibilità di consultare le informazioni relative agli articoli "*non full text*". Sebbene in tutte le revisioni esista il rischio di errori di selezione e pubblicazione, le misure adottate per ridurre al minimo questi rischi includono l'impiego di una metodologia di ricerca prestabilita che prevede dei criteri di esclusione definiti secondo il modello PRISMA. Non è stato possibile compilare una valutazione del bias di pubblicazione a causa del numero limitato di studi inclusi. Inoltre, ci sono diversi fattori che limitano la validità di questa revisione. Gli studi identificati in letteratura sono composti principalmente da ricerche che impiegano un disegno di studio prima-dopo, che è metodologicamente meno vigoroso degli RCT (*Randomized Controlled Trial*). Non tutti gli studi hanno specificato chiaramente la loro popolazione di pazienti in termini di stabilità del trauma, che potrebbe aver influenzato l'efficacia dell'intervento e limitato la capacità di questa revisione di comprendere l'efficacia di questi strumenti per ridurre il tasso di *imaging*

³¹ Ralph C Wang et al. *An impact analysis of the NEXUS Chest CT clinical decision rule*, 2020.

della colonna vertebrale cervicale in pazienti stabili con trauma al collo. Anche la significativa eterogeneità clinica ha limitato l'analisi eseguita in questa revisione. Gli autori di ulteriori studi sono fortemente incoraggiati non solo a esaminare l'efficacia degli interventi per ridurre l'*imaging* della colonna vertebrale cervicale, ma anche a comprendere meglio le strategie di implementazione ottimali per questi interventi nel contesto dei reparti dedicati all'emergenza. La datazione degli studi inclusi e le strategie di gestione in evoluzione per i pazienti che presentano lesioni della colonna vertebrale cervicale limitano la validità di questa revisione alla pratica attuale. Pertanto, l'efficacia degli interventi per ridurre l'*imaging* della colonna vertebrale cervicale in studi futuri potrebbe differire in modo significativo dagli studi inclusi in questa revisione a causa dell'evoluzione delle conoscenze di base del personale sanitario.

CONCLUSIONI

In letteratura è evidente l'interesse internazionale riguardo l'utilizzo di sistemi volti a ridurre il tasso di *imaging* radiologico non necessario. Tale interesse è dettato dalla necessità di salvaguardare il paziente dalle radiazioni ionizzanti, da una migliore gestione dei costi sanitari e dall'ottimizzazione dei tempi di permanenza dei pazienti nei reparti dedicati all'emergenza. Per quanto riguarda l'*imaging* del rachide cervicale, CCR e NEXUS rappresentano i protocolli clinici decisionali più presenti in letteratura medica, in quanto hanno riportato risultati migliori in termini di *performance*.

Dal lavoro svolto, è possibile affermare che la Canadian C-spine Rule rappresenta il *gold standard* per lo *screening* clinico di lesione cervicale in pazienti con trauma contusivo. La sua implementazione è in grado di ridurre notevolmente la prescrizione di esami radiologici non necessari, con conseguente riduzione del carico dosimetrico della popolazione.

Tali regole, per quanto ampiamente validate a livello internazionale, non trovano un'applicazione uniforme nelle realtà sanitarie. Appare evidente la necessità di condurre ulteriori studi in merito alla loro implementazione standardizzata, in grado di coinvolgere tutti gli attori del processo clinico-diagnostico.

La diffusione della consapevolezza in merito alle tematiche radioprotezionistiche facilita la comprensione dei rischi, permettendo di lavorare in squadra al fine di evitare somministrazione di dose non necessaria alla popolazione.

La rilevanza del TSRM nella radioprotezione del paziente e nei processi di ottimizzazione delle pratiche radiologiche è indubbia, tuttavia è necessario che questa figura professionale acquisti maggior consapevolezza del proprio ruolo nei progetti di revisione delle evidenze scientifiche. Un maggior coinvolgimento in ambito della ricerca scientifica trova coerenza anche con le ultime indicazioni del PNRR (Piano Nazionale Ripresa e Resilienza) nella missione 6.

Il *dose team* potrebbe svolgere un ruolo fondamentale nella validazione di strumenti innovativi quali le regole cliniche predittive. Si configura come strumento di *learning organization* a supporto della pratica quotidiana perché consente a tutti gli attori coinvolti di parlare il linguaggio comune della ricerca scientifica, garantendo una integrazione efficace delle diverse professionalità.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

1. Joel A Torretti, *Cervical spine trauma*, 2007.
2. Ian G Stiell et al., *The Canadian C-spine rule versus the NEXUS low-risk criteria in patients with trauma*, 2003.
3. Ian G Stiell et al., *The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients*, 2001.
4. Zoe A Michaleff et al., *Accuracy of the Canadian C-spine rule and NEXUS to screen for clinically important cervical spine injury in patients following blunt trauma: a systematic review*, 2012.
5. Direttiva EURATOM 59/2013.
6. Andrew H Milby et al., *Prevalence of cervical spinal injury in trauma*, 2008.
7. Scivoletto et al., Istituto Superiore di Sanità – Rapporti ISTISAN 08/39. 2018.
8. Philipp Schleicher et al., *Safe management of acute cervical spine injuries*, 2018.
9. Laura Pimentel et al., *Evaluation and management of acute cervical spine*, 2010.
10. Trenta et al., *Atlante di tecnica radiologica generale e dello scheletro*, Società Editrice Univers, 1997.
11. Lewis D Anderson et al., *Fractures of the odontoid process of the axis*, 1974.
12. [www.sirm.org>download diagnostica_per_immagini.pdf](http://www.sirm.org/download/diagnostica_per_immagini.pdf)
13. William Ngatchou et al., *Application of the canadian C-Spine Rule and nexus low criteria and results of cervical spine radiography in emergency condition*, 2018.
14. James F Holmes et al., *Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: a meta analysis*, 2005.
15. Hall EJ, Brenner DJ. *Cancer risks from diagnostic radiology*. Br J Radiol. 2008 m, May;81(965):362-78 qui in Davide Caramella et al., *La dose al paziente in diagnostica per immagini*, Springer, 2012, p.1.
16. Preston DL et al., *Studies of mortality of atomic bomb survivors report 13: solid cancer and non cancer disease mortality: 1957-1997*, Radiat Res, 2003.

17. Sigurbergur Karason et al., *Evaluation of clinical efficacy and safety of cervical trauma collars: differences in immobilization, effect on jugular venous pressure and patient comfort*, 2014.
18. Robert Meek et al., *The safety of nurse clearance of the cervical spine using the National Emergency X- radiography Utilization Study low-risk criteria*, 2007.
19. Saragiotto, Michaleff, *The Canadian C-Spine Rule*, 2016.
20. Zoe A Michaleff et al., *Accuracy of the Canadian C-spine rule and NEXUS to screen for clinically important cervical spine injuries in patients following blunt trauma: a systematic review*, 2012.
21. Elin Kjelle et al., *Interventions to reduce low-value imaging - a systematic review of interventions and outcomes*, 2021.
22. Zoe A Michaleff et al., *Accuracy of the Canadian C-spine rule and NEXUS to screen for clinically important cervical spine injuries in patients following blunt trauma: a systematic review*, 2012.
23. Mette B Eriksen et al., *The impact of patient, intervention, comparison, outcome (PICO) as a search strategy tool on literature search quality: a systematic review*, 2018.
24. David Moher et al., *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis protocols (PRISMA-P)*, 2015.
25. Julian PT Higgins et al., *Guide to the contents of a Cochrane protocol and review*, 2008.
26. Nicholas Moser et al., *Validity and reliability of clinical prediction rules used to screen for cervical spine injury in alert low-risk patients with blunt trauma to the neck: part 2. A systematic review from the Cervical Assessment and Diagnosis Research Evaluation (CADRE) Collaboration*, 2018.
27. Ian G. Stielle et al., *Implementation of the Canadian C-Spine Rule: prospective 12 centre cluster randomised trial*, 2009.
28. Ralph C Wang et al. *An impact analysis of the NEXUS Chest CT clinical decision rule*, 2020.

ALLEGATI

Allegato 1: TABELLA DI ESTRAZIONE ARTICOLI INCLUSI NELLA REVISIONE

n°	Autore	Anno	Titolo	Disegno studio	Obiettivi	Risultati
1	Ulfin Rethnam, Rajam Yesupalan, Giri Gandham	2008	Does applying the Canadian Cervical Spine rule reduce cervical spine radiography rates in alert patients with blunt trauma to the neck? A retrospective analysis.	Studio retrospettivo.	Valutare se l'applicazione della CCR è in grado di ridurre la necessità di radiografia del rachide cervicale senza perdere significative lesioni del rachide cervicale.	L'applicazione della regola canadese della colonna vertebrale cervicale per le lesioni al collo in pazienti vigili e stabili avrebbe ridotto l'uso delle radiografie del rachide cervicale senza perdere significative lesioni del rachide cervicale. Ciò riguarda la riduzione dell'esposizione alle radiazioni dei pazienti e dei costi sanitari.
2	Zoe A. Michaleff, Chris G. Maher, Arienne P. Verhagen, Trudy Rebbeck e Chung-Wei Christine Lin	2012	Accuracy of the Canadian C-spine rule and NEXUS to screen for clinically important cervical spine injury in patients following blunt trauma: a systematic review.	Revisione sistematica.	Indagare l'accuratezza diagnostica della "Canadian cervical spine rule" e dei criteri NEXUS.	Lo studio ha confrontato direttamente l'accuratezza di queste 2 regole utilizzando la stessa coorte e ha scoperto che la CCR aveva una migliore precisione rispetto ai criteri NEXUS.
3	William Ngatchou et al.	2018	Application of the Canadian C-Spine Rule and nexus low criteria and results of cervical spine radiography in emergency condition	Studio retrospettivo.	Valutare l'applicazione delle regole CCR e NEXUS in un dipartimento di emergenza e la qualità dell' <i>imaging</i> radiologico prodotto.	CCR e NEXUS sono largamente utilizzati. La scarsa qualità dell' <i>imaging</i> prodotto rinforza la necessità di usare tali metodiche di screening di lesioni cervicali importanti.

4	Kamer et al.	2008	Il trauma distorsivo della colonna cervicale. Linee guida per la diagnostica	Studio osservazionale	Defnire un iter diagnostico adeguato per i traumi del rachide cervicale.	È stato elaborato un algoritmo sulla base di CCR e NEXUS che comprende un modello di predizione di lesione spinale che valuta 6 parametri (3 clinici e 3 che riguardano la dinamica dell'incidente), che riguardano pazienti con indicazione allo studio TC sia cerebrale che spinale. Questi criteri, nominati Harbour View, si sono dimostrati più sicuri ed economicamente più convenienti.
5	L., L. Diegelmann	2010	Evaluation and Management of Acute Cervical Spine Trauma	Revisione della letteratura.	Fornire uno studio accurato sui concetti principali riguardo al rachide cervicale e ai traumi ad esso correlati.	La revisione ha la potenzialità di aumentare la conoscenza del rachide cervicale da parte dei medici deputati all'emergenza per fornire cure sicure e specialistiche ai pazienti con traumi cervicali.
6	C. Craig Blackmore	2003	Evidence-based <i>imaging</i> evaluation of the cervical spine in trauma	Revisione sistematica.	Discutere l'evidenza in merito all'uso dell' <i>imaging</i> radiologico in pazienti con trauma	La CCR mostra più alta specificità rispetto al protocollo NEXUS per determinare

					cervicale per stabilire quali pazienti debbano esserne sottoposti e con quale metodica.	quali pazienti debbano essere sottoposti a <i>imaging</i> radiologico dopo trauma. Entrambi i metodi risultano comunque validi per evitare <i>imaging</i> radiologico non necessario. La TC è la metodica più indicata per pazienti con alto rischio di lesione cervicale secondo un'analisi costo-beneficio.
7	Stiell et al.	2003	The Canadian C-Spine Rule versus the NEXUS Low-Risk Criteria in Patients with Trauma	Studio di Coorte.	Stabilire quale delle due regole sia migliore in termini di performance clinica.	La CCR è superiore al NEXUS sia in sensibilità che in specificità per discriminare lesioni al rachide cervicale.
8	Ghelichkhanian et al.	2020	Value of Canadian C-Spine Rule versus the NEXUS criteria in ruling out clinically important cervical spine injuries: derivation of modified Canadian C-spine rule	Studio prospettico.	Confrontare i due metodi nel predire lesioni spinali cervicali in pazienti con trauma. Proporre una CCR modificata.	La regola canadese modificata ha meno variabili della regola originale e si basa interamente sull'esame clinico del medico. Sembra essere di più facile utilizzo rispetto alla regola originale. Entrambe le regole risultano più valide del protocollo NEXUS.
9	Dickinson et al.	2004	Retrospective Application of the NEXUS Low-Risk Criteria for Cervical Spine Radiography in Canadian Emergency Departments	Studio di Coorte.	Valutare l'accuratezza, l'affidabilità e il potenziale impatto dell'uso del protocollo NEXUS nei dipartimenti dedicati all'emergenza.	Il protocollo si è dimostrato meno sensibile del previsto e appare evidente la necessità di ulteriori studi circa la sua validazione prima di un'eventuale

						implementazione su larga scala.
10	Stiell et al.	2001	The Canadian C-Spine rule for radiography in alert and stable trauma patients	Studio di Coorte.	Definire una regola per diagnosticare clinicamente la lesione al rachide cervicale.	La CCR è una regola altamente sensibile e può essere usata per prevenire radiografie inutili su pazienti traumatizzati.
11	Meek et al.	2007	The safety of nurse clearance of the cervical spine using the National Emergency X-radiography Utilization Study (NEXUS) low-risk criteria.	Studio di Coorte.	Applicare il protocollo NEXUS da parte di infermieri e medici e confrontare i risultati.	Concordanza tra infermieri e medici per quanto riguarda pazienti stabili con trauma a basso rischio di lesione cervicale.
12	Hoffman et al.	2000	Validity of a set of a clinical criteria to rule out injury to the cervical spine in patients with blunt trauma.	Studio prospettico.	Individuazione di un metodo decisionale basato su criteri clinici volti a identificare i pazienti che necessitano di <i>imaging</i> radiologico a seguito di un trauma contusivo del rachide cervicale.	Un semplice strumento decisionale basato su criteri clinici può aiutare i medici a identificare in modo affidabile i pazienti che necessitano di <i>imaging</i> radiologico del rachide cervicale dopo un trauma contusivo. L'applicazione di questo strumento potrebbe ridurre l'uso dell' <i>imaging</i> radiologico in tali pazienti.
13	Alireza Ala et al.	2018	National emergency X-radiography utilization study guidelines versus Canadian C-Spine guidelines on trauma patients, a	Studio prospettico.	Valutare e confrontare l'efficacia e la facilità dell'utilizzo delle linee guida del protocollo NEXUS e del protocollo CCR	Questo studio ha mostrato che le due linee guida hanno la stessa sensibilità per valutare quali pazienti traumatizzati

			prospective analytical study		sui pazienti con trauma del rachide cervicale.	devono sottoporsi a radiografia. Sembra che le linee guida NEXUS abbiano la stessa efficacia del CCR nel determinarlo. I criteri NEXUS sembrano avere migliori prestazioni rispetto alle linee guida CCR nel determinare quali casi non necessitano di ulteriori indagini radiologiche.
14	Marc D Benayou n et al.	2016	Utility of computed tomographic <i>imaging</i> of the cervical spine in trauma evaluation of ground-level fall	Studio retrospettivo.	Valutare l'appropriatezza dell' <i>imaging</i> TC per i meccanismi di lesione del rachide cervicale a basso rischio, inclusa la caduta a livello del suolo. Valutare l'efficacia dei criteri CCR e NEXUS.	Per la caduta a livello del suolo, la TC per lo studio del rachide cervicale è abusata. L'applicazione coerente dei criteri CCR e NEXUS ridurrebbe i costi annuali di <i>imaging</i> a livello nazionale e ridurrebbe l'esposizione alla dose di radiazioni della popolazione.
15	Matthew L Uriell et al.	2017	Yield of computed tomography of the cervical spine in cases of simple assault	Studio retrospettivo.	Valutare l'appropriatezza dell' <i>imaging</i> TC per per i meccanismi di lesione del rachide cervicale a bassa dinamica. Valutare l'efficacia dei criteri CCR e NEXUS.	Questo studio ha mostrato che la TC è sovrautilizzata per i traumi semplici a carico del rachide cervicale. L'utilizzo di NEXUS e CCR potrebbe ridurre i costi di <i>imaging</i> e l'esposizione della popolazione a dose radiante.
16	Mark Baker et al.	2020	Appropriate CT cervical spine utilisation in the	Studio prospettico.	Valutare la riduzione di utilizzo inappropriato di <i>imaging</i> TC per lo	Uno strumento decisionale clinico convalidato implementato nella

			emergency department		studio del rachide cervicale a seguito dell'applicazione dei criteri NEXUS.	cartella clinica può migliorare la qualità dell'assistenza. Questo studio getta le basi per altri studi sull' <i>imaging</i> con strumenti di supporto convalidati con potenziali miglioramenti simili.
17	John Tran et al.	2016	Prospective Validation of Modified NEXUS Cervical Spine Injury Criteria in Low-risk Elderly Fall Patients	Studio prospettico.	Valutare l'efficacia dei criteri NEXUS modificati per pazienti anziani con sospetto di lesione del rachide cervicale in caso di trauma da caduta.	Questo studio suggerisce che i criteri NEXUS modificati possono essere applicati in sicurezza sui pazienti anziani con sospetta lesione del rachide cervicale in seguito a caduta a basso rischio.
18	N. Moser et al.	2018	Validity and reliability of clinical prediction rules used to screen for cervical spine injury in alert low-risk patients with blunt trauma to the neck: part 2. A systematic review from the Cervical Assessment and Diagnosis Research Evaluation (CADRE) Collaboration	Revisione sistematica.	Aggiornare i risultati della Task Force del decennio 2000-2010 sulla validità e sull'affidabilità delle regole di previsione clinica utilizzate per lo screening delle lesioni del rachide cervicale in pazienti adulti a basso rischio con trauma contusivo al collo.	I criteri CCR hanno costantemente dimostrato un'eccellente sensibilità e valori predittivi negativi. Questa revisione, tuttavia, suggerisce che la riproducibilità delle regole di previsione clinica varia a seconda del livello di formazione ed esperienza degli esaminatori.
19	Gabriel Paykin et al.	2017	The NEXUS criteria are insufficient to exclude cervical spine fractures in older blunt trauma patients	Studio retrospettivo.	valutare la sensibilità dei criteri NEXUS nei pazienti anziani con trauma contusivo del rachide cervicale.	I criteri NEXUS risultano essere meno sensibili nell'escludere le fratture del rachide cervicale nei pazienti anziani con trauma contusivo.

						La ricerca suggerisce che l' <i>imaging</i> debba essere preso in considerazione indipendentemente per i pazienti più anziani. Suggerisce inoltre l'integrazione di un criterio di età alle regole NEXUS.
20	Jamie C Brehaut et al.	2006	Will a new clinical decision rule be widely used? The case of the Canadian C-spine rule	Studio osservazionale	Valutare: 1) In che misura l'uso diffuso di nuove CDR (clinical decision rules) relativamente complesse è un obiettivo raggiungibile? 2) Come si confrontano le percezioni dei medici sulle nuove CDR e quelle di una regola ampiamente utilizzata? 3) In che misura i sottogruppi di medici differiscono nella probabilità di utilizzare una nuova regola?	È possibile un uso diffuso di una regola relativamente complessa. I medici più anziani avevano meno probabilità di aver visto la regola CCR, ma non meno propensi a usarla una volta che l'avevano vista. È molto probabile che prendere di mira le sottopopolazioni difficili da raggiungere sottolineando la sicurezza e la convenienza di queste regole aumenterà l'uso dei nuovi CDR.
21	Vaillancourt et al.	2017	Implementation of the Canadian C.Spine Rule by paramedics: a safety evaluation	Studio di Coorte.	Valutare l'impatto e la sicurezza nell'uso della CCR da parte del personale infermieristico.	Il personale infermieristico può utilizzare la regola con accuratezza e in modo sicuro su pazienti che presentano un basso rischio di lesioni spinali.
22	J Scott Delaney et al.	2022	Prevalence of midline cervical spine tenderness in	Studio prospettico.	Determinare la prevalenza e la posizione della dolorabilità del	C'è un'alta prevalenza di dolorabilità del rachide cervicale

			the non-trauma population		rachide cervicale nella popolazione non traumatica.	alla palpazione in pazienti che non hanno subito traumi alla testa o al collo. Questo risultato può aiutare a spiegare la bassa specificità in alcuni degli studi di convalida che esaminano i criteri CCR e NEXUS.
23	Therèse M Duane et al.	2011	Canadian Cervical Spine rule compared with computed tomography: a prospective analysis	Studio prospettico.	La CCR si è rivelata uno strumento efficace per determinare la necessità di una valutazione radiografica del rachide cervicale che incorpori sia i risultati clinici che il meccanismo. In precedenza, è stato validato solo attraverso il follow-up clinico o l'uso selettivo dei raggi X. Lo scopo di questo studio era di convalidarlo utilizzando la TC come <i>gold standard</i> per identificare le fratture.	La CCR è molto sensibile ma non molto specifica nel determinare la necessità di una valutazione radiografica dopo un trauma contusivo. Sulla base di questo studio, la regola dovrebbe essere semplificata per migliorare la specificità mantenendo la sensibilità.
24	Brent Griffith et al.	2011	Screening cervical spine CT in a level I trauma center: overutilization?	Studio prospettico.	Analizzare l'uso della TC di screening del rachide cervicale eseguita dopo un trauma e stabilire l'opportunità di studi potenzialmente evitabili quando vengono applicati criteri clinici basati sull'evidenza prima dell' <i>imaging</i> .	L'applicazione dei criteri NEXUS sui pazienti a basso rischio di lesione spinale potrebbe potenzialmente ridurre il numero di esami TC di screening del rachide cervicale nell'ambito di un trauma in oltre il 20% dei casi,

						evitando così una quantità significativa di radiazioni non necessarie e costi significativi.
25	Therèse M Duane et al.	2011	National Emergency X-Radiography Utilization Study criteria is inadequate to rule out fracture after significant blunt trauma compared with computed tomography	Studio prospettico.	Valutare i criteri NEXUS utilizzando la TC come gold standard nei pazienti con trauma del rachide cervicale.	I criteri NEXUS sono risultati imprecisi rispetto alla TC per diagnosticare le fratture della colonna cervicale nei pazienti con trauma. Lo studio suggerisce che la TC deve essere utilizzata in tutti i pazienti con trauma spinale contusivo indipendentemente dal fatto che soddisfino o meno i criteri NEXUS.
26	Ian G Stiell et al.	2009	Implementation of the Canadian C-Spine Rule: prospective 12 centre cluster randomised trial	Studio prospettico.	Valutare l'efficacia di una strategia attiva per implementare i criteri CCR in più reparti di emergenza.	L'attuazione dei criteri CCR ha portato a una significativa diminuzione dell' <i>imaging</i> senza lesioni mancate o morbilità del paziente. L'implementazione diffusa di questa regola potrebbe portare a una riduzione dei costi sanitari e a un flusso di pazienti più efficiente nei reparti di emergenza occupati in tutto il mondo.
27	Shannon Goddard	2011	The Use of the Canadian C-Spine Rule to Reduce	Revisione della letteratura.	Determinare se l'uso dei criteri CCR può ridurre la necessità di	Il CCR è superiore al giudizio del medico non

			the Rate of Unnecessary Radiography in Alert Stable Patients With Trauma		<i>imaging</i> radiografico del rachide cervicale contro il giudizio del medico non strutturato.	strutturato nella riduzione di <i>imaging</i> radiografico non necessario in adulti stabili e vigili con lesione del rachide cervicale. È anche considerato uno strumento più sensibile e specifico piuttosto che affidarsi al solo giudizio del medico.
28	Niamh C Collins et al.	2013	The NEXUS criteria: do they stand the test of time?	Studio di Coorte.	Determinare l'efficacia dei criteri NEXUS su un numero determinato di pazienti anziani selezionati.	Lo studio suggerisce cautela nell'usare i criteri NEXUS da soli per determinare la necessità di <i>imaging</i> radiologico del rachide cervicale negli anziani.
29	Michaël Moeri et al.	2020	Cervical spine clearance after blunt trauma: current state of the art	Revisione della letteratura.	Analizzare gli studi sulla gestione dei pazienti con trauma cervicale. Analizzare le evidenze circa la validità e l'efficacia dei criteri CCR e NEXUS. Analizzare le opinioni sulla sicura rimozione del collare cervicale.	L'elevata sensibilità dei criteri CCR previene le lesioni mancate della colonna vertebrale cervicale limitando la quantità di esami radiologici non necessari. I criteri CCR sembrano essere superiori rispetto ai criteri NEXUS. La TC risulta essere fortemente supportata come primo approccio radiologico per la sua elevata sensibilità rispetto ai semplici radiogrammi. Una scansione TC

						negativa consente la rimozione del collare cervicale. In caso di sintomatologia motoria o discrepanza radio-clinica è necessario richiedere il parere di un chirurgo spinale specializzato. La risonanza magnetica non deve essere utilizzata di routine.
30	Natalie Phillips et al.	2021	Projected paediatric cervical spine <i>imaging</i> rates with application of NEXUS, Canadian C-Spine and PECARN clinical decision rules in a prospective Australian cohort	Studio osservazionale	Valutare l'impatto previsto sui tassi di <i>imaging</i> se i CDR fossero applicati rigorosamente come regola a tutta la popolazione, compresa quella pediatrica.	Se applicati rigorosamente come regola per l' <i>imaging</i> , i CDR valutati in questo studio aumenterebbero i tassi di <i>imaging</i> . I risultati differiscono notevolmente a seconda del CDR applicato. Questi risultati evidenziano la necessità di un CDR per <i>imaging</i> del rachide cervicale specifico per i pazienti pediatrici.
31	Frank Coffey et al.	2011	Validation of the Canadian c-spine rule in the UK emergency department setting	Studio multicentrico.	Determinare il potenziale dei criteri CCR per ridurre in modo sicuro il numero di radiografie del rachide cervicale eseguite nell'ambiente del pronto soccorso del Regno Unito.	Il CCR può essere applicato con successo nel Regno Unito. Se il CCR fosse stato in uso durante il periodo di studio, si sarebbe potuta ottenere una riduzione del 17,4% della radiografia senza

						compromettere la cura del paziente.
32	Debra Eagles et al.	2008	International survey of emergency physicians' awareness and use of the Canadian Cervical-Spine Rule and the Canadian Computed Tomography Head Rule	Studio Comparativo.	Determinare riguardo i criteri CCR e la Canadian Computed Tomography Head Rule (CCHR): 1) la consapevolezza e l'uso da parte del medico di queste regole in Australasia, Canada, Regno Unito e Stati Uniti e 2) le caratteristiche del medico associate alla consapevolezza e all'uso.	Questo ampio studio internazionale ha rilevato notevoli differenze tra i paesi per quanto riguarda la conoscenza e l'uso di CCR e CCHR. La consapevolezza e l'uso di entrambe le regole erano più alti in Canada e più bassi negli Stati Uniti. Mentre i medici più giovani, quelli impiegati a tempo pieno e quelli che lavorano negli ospedali universitari avevano maggiori probabilità di essere a conoscenza di una regola decisionale, l'età e lo stato lavorativo non erano elementi predittivi significativi dell'uso. Una migliore comprensione dei fattori relativi alla consapevolezza e all'uso delle regole decisionali della medicina d'urgenza migliorerà le conoscenze e faciliterà le strategie per la diffusione e

						l'attuazione delle regole future.
33	Kanwar et al.	2015	Emergency Department Evaluation and Treatment of Cervical Spine Injuries	Presentazione dell'argomento o con riferimento alla letteratura.	Mettere in evidenza epidemiologia e gestione iniziale delle lesioni cervicali, con focus su anatomia e <i>imaging</i> del rachide cervicale; presentare la CCR e il protocollo NEXUS, le tipologie di lesioni cervicali.	Presentazione delle lesioni cervicali, della loro gestione e dei protocolli di esclusione in fase di emergenza.
34	Mike Parker	2018	Cervical spine can be assessed effectively by emergency department triage nurses (complementary to 7)	Studio di Coorte.	Stabilire se gli infermieri di triage in un dipartimento di emergenza possano applicare con successo la CCR su pazienti con trauma.	Non vi è stata nessuna rimozione inappropriata del collare cervicale. La regola ha identificato 9 pazienti con lesione spinale, ai quali non era stato applicato il collare. Il tempo di attesa in pronto soccorso è diminuito, così come il tempo di immobilizzazione del rachide.
35	Oostewold et al.	2016	The characteristics and pre-hospital management of blunt trauma patients with suspected spinal column injuries: a retrospective observational study	Studio osservazionale retrospettivo.	In ambito pre-ospedaliero: 1) Determinare le caratteristiche dei pazienti con trauma contusivo che sono stati immobilizzati. 2) Valutare le scelte di immobilizzazione e il modo. 3) Ricercare gli effetti negativi dell'immobilizzazione.	L'immobilizzazione e spinale è stata applicata nel 96,3% dei casi. Gli effetti avversi all'immobilizzazione e non sono stati riportati in maniera completa nella documentazione pre-ospedaliera. Ci sono ambiguità riguardo al termine "distracting injuries" relativo alla valutazione in accordo con

						NEXUS. Per avere informazioni valide su potenziali lesioni spinali è necessario creare una scala di valori standardizzata per l'assetto motorio del paziente.
36	Vaillancourt et al.	2019	Pragmatic Strategy Empowering Paramedics to Assess Low-Risk Trauma Patients With the Canadian C-Spine Rule and Selectively Transport Them Without Immobilization: Protocol for a Stepped-Wedge Cluster Randomized Trial	Studio randomizzato controllato.	Migliorare la cura del paziente, l'efficienza del sistema sanitario e gli outcome clinici mediante l'uso della CCR da parte degli infermieri per l'identificazione dei pazienti a basso rischio di lesione spinale e per l'applicazione dell'immobilizzazione e selettiva del rachide.	Più del 60% dei pazienti può essere trasportato in sicurezza senza immobilizzazione. Ciò produce accorciamento dei tempi di intervento, maggior disponibilità del personale sanitario.
37	Vaillancourt et al.	2009	The Out-of-Hospital Validation of the Canadian C-Spine Rule by Paramedics	Studio di Coorte.	Valutare gli indicatori di performance della CCR quando usata dagli infermieri in contesto pre-ospedaliero.	La CCR può essere usata dagli infermieri senza errori di diagnosi di lesione cervicale importante. L'uso della CCR da parte degli infermieri riduce notevolmente il numero di immobilizzazioni praticate sui pazienti vittime di trauma.
38	Peter F Ehrlich et al.	2009	Canadian C-spine Rule and the National Emergency X-Radiography Utilization Low-Risk Criteria for C-spine radiography in young trauma patients	Studio Comparativo.	Valutare l'efficacia e la validità delle regole CCR e NEXUS nei bambini.	Sebbene i criteri CCR e NEXUS possano ridurre la necessità di <i>imaging</i> della colonna cervicale nei bambini di età pari o inferiore a 10 anni; non sono

						sufficientemente sensibili o specifici per essere utilizzati come attualmente progettati.
39	Tanya L Zakrison et al.	2016	Cervical spine evaluation in the bluntly injured patient	Revisione della letteratura.	Analizzare le informazioni in merito al notevole dibattito presente in letteratura sul modo migliore per i medici di procedere nell'escludere lesioni del rachide cervicale in pazienti con trauma contusivo vigile o ottuso.	È imperativo presumere una lesione del rachide cervicale nel paziente con trauma contusivo. Le regole decisionali cliniche per la clearance cervicale possono essere utilizzate nei pazienti a basso rischio, evitando l' <i>imaging</i> . I pazienti ad alto rischio richiedono l' <i>imaging</i> sotto forma di TC del rachide cervicale.
40	Mark Paxton et al.	2012	Adherence to Canadian C-Spine Rule in a regional hospital: a retrospective study of 406 cases	Studio osservazionale	Determinare retrospettivamente la proporzione di radiografie del rachide cervicale richieste al pronto soccorso per i pazienti traumatizzati che erano clinicamente indicati, secondo la CCR.	L'applicazione della regola canadese della CCR avrebbe ridotto in sicurezza l'incidenza della radiografia del rachide cervicale del 38%. Ciò ridurrebbe anche i costi, la morbilità del paziente e l'esposizione alle radiazioni.
41	Lucy McCutcheon et al.	2015	Best Practice in Diagnostic <i>Imaging</i> after Blunt Force Trauma Injury to the Cervical Spine: A Systematic Review	Revisione sistematica.	Analizzare le migliori pratiche negli esami clinici basati sull'evidenza per determinare l'efficacia diagnostica della radiografia normale, della tomografia computerizzata (TC) e della risonanza	Nel complesso, la letteratura sembra suggerire che gli individui con un sospetto alto rischio di lesioni dopo l'esame utilizzando le regole di decisione clinica dovrebbero sottoporsi a un

					magnetica (MRI) di una lesione del rachide cervicale dopo un trauma da corpo contundente.	esame TC cervicale. Per i pazienti che risultano avere un basso rischio di lesioni dopo le linee guida per la decisione clinica, si raccomanda come sufficiente una radiografia semplice di buona qualità.
42	Stiell et al.	2018	A Multicenter Program to Implement the Canadian C-Spine Rule by Emergency Department Triage Nurses.	Studio di Coorte.	Valutare gli effetti clinici e le sicurezze nell'uso della CCR da parte degli infermieri di triage di un dipartimento di emergenza per rimuovere l'immobilizzazione del rachide cervicale.	L'uso della regola porta ad una gestione dei pazienti più rapida (26% in meno nel tempo di dimissione) e confortevole senza rischi per la salute del paziente.
43	Erika J Ulbrich et al.	2013	<i>Imaging</i> of acute cervical spine trauma: when to obtain which modality	Revisione della letteratura.	Esaminare le attuali conoscenze e prove sui meriti delle diverse modalità di <i>imaging</i> per la valutazione delle lesioni del rachide cervicale. Analizzare validità ed efficacia dei criteri CCR e NEXUS. Illustrare i vantaggi e gli svantaggi delle modalità di <i>imaging</i> disponibili per i modelli di lesione del rachide cervicale selezionati per semplificare il processo decisionale su quando utilizzare quale modalità.	Le radiografie standard sono preziose come diagnosi iniziale se combinate con le informazioni cliniche, come illustrato dalle raccomandazioni NEXUS e CCR. Tuttavia, modalità di <i>imaging</i> più avanzate come TC e MRI aumentano l'accuratezza diagnostica. Comprendere il meccanismo delle lesioni e modelli di lesioni specifici, e integrare conoscenze su lesioni associate che potrebbero non essere evidenti

						all'inizio, potrebbe migliorare l'accuratezza diagnostica e successivamente l'esito clinico.
44	R H Daffner	2000	Cervical radiography for trauma patients: a time-effective technique?	Studio Comparativo.	Determinare il tempo necessario per eseguire un esame radiografico della colonna vertebrale cervicale delle vittime di traumi. Confrontare i tempi di esame aggiunti per 30 pazienti sottoposti a un ulteriore esame TC elicoidale della regione cervicale subito dopo TC cranica.	La radiografia cervicale è una procedura che richiede tempo, che è una preoccupazione per i chirurghi traumatologici. È necessario adottare un modo più efficiente per la valutazione cervicale dei pazienti traumatizzati. Ora esistono prove in letteratura che suggeriscono che la TC elicoidale può servire a tale scopo.
45	Debra Kerr et al.	2005	Implementation of the Canadian C-spine rule reduces cervical spine x-ray rate for alert patients with potential neck injury	Studio Comparativo.	Determinare l'impatto dell'attuazione della CCR sui tassi di ordinazione dei raggi X e se l'implementazione della regola ha ridotto il tempo di utilizzo dei collari rigidi nei pazienti con potenziali lesioni al collo.	Il tasso di ordinazione dei raggi X è diminuito dal 67% al 50%. Anche il tempo di utilizzo del collare rigido è stato ridotto da una mediana di 128 min a una mediana di 103 min, ma ciò non ha raggiunto la significatività statistica. L'implementazione della CCR ha ridotto l'ordinazione dei raggi X del 25%.

46	Kenji Inaba et al.	2015	Prospective derivation of a clinical decision rule for thoracolumbar spine evaluation after blunt trauma: An American Association for the Surgery of Trauma Multi-Institutional Trials Group Study	Studio Osservazionale.	Lo scopo di questo studio era quello di sviluppare una regola decisionale clinica per valutare la colonna vertebrale toraco-lombare dopo la lesione.	L'esame clinico da solo non è sufficiente per determinare la necessità dell' <i>imaging</i> in pazienti valutabili a rischio di lesione della colonna vertebrale toraco-lombare. L'aggiunta dell'età e del meccanismo ad alto rischio si traduce in una regola decisionale clinica con una sensibilità del 98,9% per lesioni clinicamente significative.
47	Wendy L Thompson et al.	2009	Association of injury mechanism with the risk of cervical spine fractures	Analisi dati provenienti da studi sulla CCR.	Misurare la relazione tra meccanismo di lesione e rischio di frattura del rachide cervicale.	Questo studio dimostra quantitativamente la relazione tra specifici meccanismi di lesione e il rischio di frattura del rachide cervicale. Una piena comprensione del meccanismo di lesione aiuterebbe i fornitori di assistenza sanitaria di emergenza nella valutazione del rischio di lesioni nei pazienti traumatizzati.
48	Thomas B Barry et al.	2005	Clinical decision rules and cervical spine injury in an elderly patient: a word of caution	Case Report	Valutare la validità e l'affidabilità della CCR e del protocollo NEXUS in un paziente selezionato di 64 anni.	L'applicazione della regola NEXUS da parte dei medici curanti ha escluso la necessità di radiografia. Tuttavia, la conoscenza della

						<p>CCR e il giudizio clinico hanno portato alla richiesta di esame radiografico semplice in tre proiezioni e successivamente a una scansione TC. È stata trovata una frattura. Questo caso ha mostrato che l'applicazione della regola NEXUS per questo paziente era problematica per quanto riguarda la valutazione dello stato mentale. I medici potrebbero voler applicare preferenzialmente la CCR per i pazienti di età superiore ai 64 anni.</p>
49	Shashwat Desai et al.	2018	Effectiveness of Implementing Evidence-based Interventions to Reduce C-spine Image Ordering in the Emergency Department: A Systematic Review	Revisione sistematica.	<p>Esaminare l'implementazione e l'efficacia degli interventi basati sull'evidenza clinica volti a ridurre l'<i>imaging</i> della colonna vertebrale cervicale negli adulti che si presentano al pronto soccorso con trauma al collo.</p>	<p>Ci sono prove moderate sull'efficacia degli interventi per ridurre l'ordine dell'<i>imaging</i> della colonna vertebrale cervicale nei pazienti adulti con trauma al collo. Data l'attenzione nazionale e internazionale sul miglioramento dell'adeguatezza e sulla riduzione dell'<i>imaging</i> della colonna vertebrale cervicale non necessaria, è necessaria</p>

						un'ulteriore ricerca interventistica in questo campo.
50	Stiell et al.	2010	Multicentre prospective validation of use of the Canadian C-Spine Rule by triage nurses in the emergency departement.	Studio di Coorte.	Valutare l'accuratezza, l'affidabilità e l'accettabilità della CCR applicata dagli infermieri.	La regola mostra una sensibilità del 100% e una specificità del 43,4%. Gli infermieri hanno classificato i pazienti con una sensibilità del 90,2% e una specificità del 43,9%. Gli infermieri hanno dimostrato difficoltà nell'applicare la regola solo nel 4,8% dei casi.
51	Elin Kjelle et al.	2021	Interventions to reduce low-value <i>imaging</i> - a systematic review of interventions and outcomes	Revisione sistematica.	Fornire una panoramica e valutare i risultati degli interventi volti a ridurre l' <i>imaging</i> di basso valore.	Gli interventi multicomponente che includono l'istruzione sono spesso più efficaci degli interventi a componente singola. I fattori contestuali e culturali nei sistemi sanitari sembrano essere vitali per ridurre con successo l' <i>imaging</i> di basso valore. Ulteriori ricerche dovrebbero concentrarsi sulla valutazione dell'impatto del contesto negli interventi che riducono l' <i>imaging</i> di basso valore e su come gli interventi possono essere

						adattati a contesti diversi.
52	Ashish Naik et al.	2021	Canadian C-spine rule (CCR) versus national emergency X-radiography utilization study (NEXUS) for screening cervical spine injury	Studio prospettico.	Confrontare l'accuratezza diagnostica di CCR e NEXUS applicati a pazienti con trauma del rachide cervicale in condizioni stabili.	Questo studio, con qualità metodologica modesta e un solo confronto diretto, ha indicato che CCR e NEXUS hanno la stessa sensibilità ed efficacia nel valutare quali pazienti hanno bisogno sottoporsi a <i>imaging</i> del rachide cervicale.
53	Ralph C Wang et al.	2020	An impact analysis of the NEXUS Chest CT clinical decision rule	Studio comparativo.	Condurre un'analisi costo-efficacia del NEXUS Chest CT CDR per determinarne l'impatto sulle lesioni mancate, sui costi e sull'esposizione alle radiazioni.	L'implementazione del NEXUS Chest CT CDR ridurrebbe notevolmente i costi associati alla TC e l'esposizione alle radiazioni, con un leggero aumento del rischio di clinically <i>significant injury</i> (CSI) mancati.
54	Ralf E Harskamp et al.	2019	Chest pain in general practice: a systematic review of prediction rules	Revisione sistematica.	Identificare e valutare le prestazioni delle regole di decisione clinica per il dolore toracico nella pratica generale.	Nella pratica generale, attualmente non esiste un supporto decisionale clinico che possa escludere in modo sicuro la sindrome coronarica acuta (SCA). Per il dolore toracico intermittente esistono diverse regole, di cui il Marburg Heart

						Score è stato testato in modo più approfondito e sembra superare il solo giudizio clinico.
--	--	--	--	--	--	---

Allegato 3: PRISMA FLOWCHART

