

## CHE COSA E' L'OZONO

La molecola dell'ossigeno ( $O_2$ ) è costituita da 2 atomi di ossigeno legati tra loro. L'ozono ( $O_3$ ) è formato da 3 atomi di ossigeno collegati. Il suo nome deriva dal greco e significa "mando odore".

## DISTRIBUZIONE NELL'ATMOSFERA

L'ozono è conosciuto principalmente per il ruolo che svolge nell'equilibrio ecologico della Terra. Esso è, infatti, un componente naturale dell'atmosfera, nei cui vari strati è presente in concentrazioni diverse. Si forma nella stratosfera (30 Km) in seguito all'azione dei raggi ultravioletti sull'ossigeno.

Per la sua capacità di assorbire i raggi ultravioletti, l'ozono è indispensabile per la vita sulla Terra; essendo ricchi di energia, infatti, i raggi ultravioletti, se non filtrati, determinerebbero la denaturazione delle proteine e la distruzione di ogni forma di vita.

Oltre a tale effetto protettivo, tuttavia, l'ozono ha anche un effetto tossico sull'uomo, che può essere determinato da una prolungata respirazione di atmosfera con una concentrazione di ozono oltre il limite tossico stabilito dalla UE ( $0,3 \text{ mg/m}^3$ ).

## IMPIEGHI e PROPRIETA' DELL'OZONO

In medicina l'ozono è utilizzato in forma di miscela  $O_2/O_3$  definita ozono medicale, le cui concentrazioni di ozono sono circa 40 volte inferiori rispetto a quelle utilizzate in campo industriale. La sua utilizzazione risale alla guerra 1915-18, durante la quale, grazie al potere disinfettante dell'ozono, si poté evitare la diffusione della gangrena in molte ferite agli arti. L' $O_2O_3$  terapia ha avuto ampia diffusione nell'Europa orientale ed a Cuba e negli ultimi cinquanta anni in Germania, Austria e Svizzera.

Al contrario di qualsiasi altra sostanza farmaceutica, è una molecola altamente instabile e quindi deve essere preparata immediatamente prima dell'uso da un generatore di ozono.

Il tipico generatore di ozono medicale utilizza un flusso di ossigeno puro sottoposto ad una differenza di voltaggio tra i 5.000 e i 15.000 volt. Questa alta tensione viene spesa per scindere le molecole di  $O_2$  sempre presenti in

eccesso formando le molecole di ozono (O<sub>3</sub>) che comunque non rappresentano più del 3% nella miscela di ozono medicale. Regolando con apposite manopole il flusso di ossigeno , il voltaggio e la distanza tra gli elettrodi si determina la concentrazione di ozono nella miscela. Il generatore può essere dotato anche di un fotometro che consente il controllo della concentrazione di ozono da prelevare.

L'uso di ossigeno medicale invece di aria è molto importante. Infatti nell'aria che si respira si ha una concentrazione di azoto (N<sub>2</sub>) di circa 78% quindi nel generatore, in presenza di ossigeno atomico, si formerebbero ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub>) altamente tossici quindi una miscela non utilizzabile a scopi medici. Una volta prodotta dal generatore la miscela Ossigeno-Ozono viene smistata verso una valvola a due uscite. Un'uscita è accessibile all'operatore per prelevare con una siringa la miscela e l'altra è indirizzata verso un distruttore catalitico di O<sub>3</sub> (costituito da ossidi di palladio, nichel e manganese) che ha la funzione di distruggere l'ozono che via via si forma ma non viene utilizzato.

### Proprietà Fisiche

Agli stati liquido , solido e gassoso , come già si è detto, è molto instabile; per tale motivo l'ozono da utilizzare in medicina va prodotto al momento dell'uso e conservato per un breve periodo.

### Proprietà Chimiche

L'ozono è un forte agente ossidante, nettamente più reattivo dell'ossigeno.

L'ozono reagisce con sostanze organiche insature (contenenti un doppio legame) determinandone la scissione: tale reazione è detta ozonolisi.

Nella prima fase della reazione, l'ozono reagisce a livello del doppio legame formando un *ozonide primario* instabile che si degrada rapidamente dando origine in presenza di acqua e sostanze reattive a *perossidi* (è ciò che avviene nell'organismo).

## BIOCHIMICA DELL'OZONO

### Effetti sul metabolismo

In quanto potente ossidante, l'ozono influenza il metabolismo a diversi livelli.

L'azione dell'ozono sui coenzimi e sulle sostanze organiche si manifesta a livello di tutte e tre le linee metaboliche fondamentali:

#### *Metabolismo glucidico*

Nel metabolismo glucidico, l'ozono determina un aumento della velocità della glicolisi. L'energia liberata dalla demolizione aerobica del glucosio è utilizzata per la sintesi di ATP; in alcune situazioni patologiche, l'aumentata richiesta di ATP da parte degli organi può essere soddisfatta dall'accelerazione della glicolisi ad opera dell'ozono, in seguito alla sua azione sui coenzimi.

#### *Metabolismo protidico*

L'intervento dell'ozono nel metabolismo protidico è dovuto alla sua affinità per i gruppi sulfidrilici. L'ozono può infatti reagire con aminoacidi essenziali (metionina, triptofano) o contenenti zolfo (cisteina), la cui degradazione risulta tuttavia protetta dall'ossidazione del glutatione e dei coenzimi NADH e NADPH.

#### *Metabolismo lipidico*

L'ozono determina l'attivazione del metabolismo dei lipidi, intervenendo sul catabolismo dei grassi e per un effetto lipolitico diretto, determinando un aumento della produzione di energia.

L'ozono reagisce direttamente con gli acidi grassi insaturi determinando in ambiente acquoso la formazione di perossidi, con frammentazione delle catene lipidiche che assumono carattere idrofilo.

#### Effetti sui globuli rossi ed azioni sulla reologia

La membrana dei globuli rossi è composta strutturalmente da proteine, carboidrati e fosfolipidi.

L'ozono reagisce con la componente idrofoba dei fosfolipidi. Tali modificazioni riducono la tendenza all'impilamento dei globuli rossi (dimostrabile direttamente al microscopio o indirettamente dalla diminuzione della VES) e migliorano la loro deformabilità, facilitando gli scambi metabolici; inoltre riducono la viscosità ematica globale e l'aggregabilità piastrinica.

L'effetto dell'ozono sugli eritrociti si esplica anche a livello di metabolismo intracellulare. L'accelerazione della glicolisi porta ad aumento del 2,3-difosfoglicerato, sostanza deossigenante determinante alcuni effetti terapeutici dell'ozono: essa, infatti, facilita la cessione di ossigeno ai tessuti da parte dell'emoglobina.

### *Azione battericida, fungicida e virustatica*

Tale proprietà è dovuta al contatto diretto con i microrganismi, che determina la distruzione della capsula in seguito a processi ossidativi causati dal gas e/o dai perossidi.

### *Azione immunomodulante*

L'azione dell'ozono sul sistema immunitario si esplica a carico dei linfociti e dei monociti, esercitando un effetto stimolante sul rilascio di citochine, tra cui interferoni, fattore di necrosi tumorale e interleuchine.

## TOSSICITA' DELL'OZONO

L'ozono risulta essere tossico per via inalatoria; non sono stati osservati effetti indesiderati se somministrato correttamente per altre vie ed alle dosi adeguate (1-40 mcg/ml di ossigeno).

L'ozono determina la formazione di radicali liberi e produzione di perossidi. L'organismo possiede tuttavia meccanismi di protezione anti-ossidativa e meccanismi di riparazione che si attivano ogni qual volta aumenta la produzione di radicali liberi; si è visto infatti che la somministrazione di ozono porta all'attivazione di enzimi deputati all'inattivazione di tali radicali.

Tra le sostanze ad azione protettiva, molto importante è il peptide glutatione (GSH). Altre sostanze con funzione protettiva sono il beta-carotene, l'alfatocoferolo e la vitamina C. Esse reagiscono con i radicali liberi (azione scavenger) disattivando i processi di perossidazione e formando idroperossidi non tossici.

## MODALITA' DI SOMMINISTRAZIONE

La miscela gassosa viene somministrata attraverso varie metodiche.

### Iniezioni

Intrarteriose Intramuscolari Sottocutanee Intrarticolari  
Intracavitarie

Contatto con cilindri e campane

Insufflazione retto-colica

Autoemotrasfusione

L'autoemotrasfusione (grande o piccola) è ampiamente utilizzata e consiste nella reinfusione i.v. del sangue venoso prelevato e trattato ex vivo con O<sub>2</sub>-O<sub>3</sub>.

## OZONOTERAPIA NELLE PATOLOGIE

L'ozonoterapia trova applicazione in svariate patologie

Patologie da carente apporto di ossigeno, come nei problemi di circolazione arteriosa (es. arteriosclerosi) o venosa (es. ulcere flebostatiche), ulcere da decubito dove, all'azione trofica e di riepitelizzazione della autoemoterapia maggiore, si associa l'uso dei sacchetti che hanno effetto topico disinfettante.

*Patologie arteriose* Arteriopatie periferiche

*Patologie venose* Insufficienza venosa cronica, Varici Ulcere e lesioni trofiche

*Patologie del microcircolo* Lipodistrofie e adiposità localizzate, Teleangiectasie

*Patologie correlate al microcircolo* Cefalea a grappolo, Maculopatia ischemica, Maculopatia retinica degenerativa senile

### Patologie batteriche e virali

Epatite virale acuta ed in particolare quella cronica

Herpes simplex, zoster, labiale e genitale ricorrente

Infezioni da citomegalovirus e parvovirus in immunodepressi

Infezioni da papilloma virus

Disturbi respiratori ricorrenti

Sindrome da stanchezza cronica

Raffreddore comune e/o infezioni da rinovirus

Micosi fungoide e linfoma cutaneo T Cell

Acne

### Patologie dolorose del sistema scheletrico

**Le infiltrazioni di O<sub>3</sub>** sono indicate nel trattamento del dolore acuto/cronico vertebrale resistente alla terapia tradizionale (cervico-dorso-lombalgia, sciatalgia o rachialgia provocata da protrusione discale o ernia discale sotto legamentosa accertata o radicolite, artrosi, mioentesiti, ecc.), dolore articolare acuto/cronico (ginocchio, spalla, anca, ecc.), dolore tendineo e muscolare,

infiammazioni e infezioni localizzate (radicoliti, fistole e ascessi, herpes, cistiti, prostatiti, artriti, periodontosi, verruche, ecc), processi degenerativi. Vasculopatie. Inoltre in alcune patologie neurologiche (nevriti, cefalee) e autoimmuni (sclerodermia, artrite reumatoide, ecc.).

### Immunopatie

Malattie autoimmuni : tiroidi, Lupus eritematoso sistemico, eritema nodoso malattie virali su base autoimmunitaria (epatiti A, B, C), Aids, immuno deficienze su base ignota, Herpes zooster e simplex

### AIDS

### Neoplasie

### Trattamento dei soggetti affetti da irradiazione atomica acuta

Lesioni della pelle: piaghe da decubito e gangrene diabetiche, Ulcus cruris, funghi e parassitosi

Stati patogeni dell'osso: osteoporosi, osteogenesi imperfecta di tipo I, II, III e IV

Malattie dell'intestino: proctiti, coliti, rettocolite ulcerosa, fistola anale

Malattie gastriche: gastriti da Elicobacter pilori, esofagiti

### ***Effetti indesiderati dell' Ossigeno – Ozono Terapia :***

E' necessario distinguere fra gli effetti indesiderati legati direttamente all'azione dell' Ozono ed alla sua modalità di somministrazione, e le complicanze che invece possono essere correlate alla particolare tecnica di impiego .

a. ***Effetti indesiderati Ozono*** : la somministrazione di ozono viene in genere ben tollerata dal paziente che talora può avvertire una sensazione di pesantezza e/o di lieve dolore urente (bruciore) , comunque di breve durata e a risoluzione spontanea . Solo in casi eccezionali , lo stimolo doloroso indotto dalla puntura dell'ago può indurre una crisi vagale (bradicardia, calo presso rio e sudorazione) che per il carattere transitorio il più delle volte non necessita di alcun intervento farmacologico.

b. **Complicanze relative alla tecnica:** sono perlopiù dovute all'azione traumatica dell'ago sulle strutture anatomiche incontrate durante il suo avanzamento. Esse possono consistere in ematomi (puntura di un vaso sanguineo), dolore o parestesie con distribuzione radicolare all'arto inferiore (per contatto accidentale dell'ago con la radice nervosa), discite (infiammazione del disco intervertebrale, nel caso della tecnica intradiscale).

NB . Anche per l'Ossigeno-Ozono terapia, come per qualunque altra tecnica terapeutica miniinvasiva , sono possibili complicanze; tuttavia la loro incidenza viene riportata dalla letteratura scientifica come veramente eccezionali e perlopiù correlata ad un uso improprio della miscela di gas (dosaggio e modalità di somministrazione) o ad una scorretta esecuzione della tecnica (mancanza di controllo del corretto posizionamento dell'ago e della diffusione del gas , inesperienza dell'operatore).

In tal senso è fondamentale che chi esegue l' Ossigeno-Ozono terapia, tanto nella pratica ospedaliera quanto in quella ambulatoriale, sia personale che, per competenze specialistiche (anestesista , neuroradiologo , ortopedico .. ) e di pratica clinica quotidiana , offra tutte le garanzie possibili di conoscenza riguardo agli effetti farmacologici ed alle modalità d'uso del gas , di esperienza nell'esecuzione della tecnica e di osservanza delle necessarie norme di sicurezza .

### **Controindicazioni all' Ossigeno – Ozono terapia**

Controindicazioni cliniche sono essenzialmente rappresentate da : *gravidanza , ipertiroidismo , favismo, gravi malattie cardiovascolari e/o ematologiche e/o respiratorie in fase clinica di scompenso .*

### **Promemoria per chi si sottopone ad Ossigeno – Ozono terapia**

1. il paziente deve assumere la terapia farmacologia abituale prima di sottoporsi al trattamento con ozono
2. è possibile consumare una leggera colazione
3. portare con sé tutta la documentazione clinica riguardante la problematica per la quale ci si sottopone al trattamento

4. è consigliabile venire accompagnati da un familiare, almeno nella prima seduta.
5. dopo la dimissione è consigliabile camminare per almeno 10 minuti
6. controllo clinico come prescritto dal curanteo

#### BIOLOGIA E BIOMECCANICA del Disco Intervertebrale

Il disco intervertebrale è costituito da due componenti: una parte esterna, detta anello fibroso, che contiene una parte interna, detta nucleo polposo. La normale funzionalità discale dipende dall'integrità dei due sistemi che agiscono come un'unità funzionale.

Quando si instaura una patologia del disco intervertebrale, l'anello fibroso è il primo ad andare incontro a modificazioni strutturali: esse avvengono (a meno di una lesione acuta causata da un trauma) per cedimento progressivo dei legami tra le fibre del sistema anulare; la resistenza e la qualità strutturale del tessuto anulare sembra avere una notevole familiarità. Vi è perciò una predisposizione genetica alla sua insufficienza patologica.

Il sistema nucleare non fa altro che adattarsi, con conseguenze sempre più negative, a tali deformazioni della struttura contenente.

Si arriva così alla Deformazione Discale Posteriore (DDP) che può causare anche un Conflitto Disco - Radicolare (CDR) quando la deformazione discale o la fuoriuscita di un'ernia del disco determina la sofferenza della radice nervosa più vicina.

L'alterazione della struttura discale, per cause biomeccaniche provoca successivamente alterazioni delle strutture adiacenti che vengono sovraccaricate (faccette articolari dello spazio interessato e dischi contigui).

L'aumento del carico funzionale sui dischi contigui può così generare altra patologia.

Le **TECNICHE** utilizzate nella cura della patologia discale del rachide, sono:

1. **TECNICA INTRAFORAMINALE**: sotto guida TAC e nel rispetto assoluto della sterilità (sia relativamente al prelievo del gas con apposite siringhe sterili e filtri antibatterici, e sia alla preparazione asettica della sede di puntura), si

accede per via percutanea tramite ago 25 G al forame intervertebrale da cui le radici nervose fuoriescono dal canale vertebrale .

Ottenuta la conferma radiologica del corretto posizionamento dell'ago e dopo aver eseguito il test di aspirazione (che scongiuri la puntura accidentale di un vaso sanguineo), si procede alla lenta somministrazione della miscela di gas in volumi e concentrazioni adatte alle condizioni cliniche del paziente e comunque rispettose delle indicazioni delle Linee Guida. La manovra viene eseguita previa anestesia locale della cute con etil-cloruro spray o iniezione di anestetico locale.

**2. *TECNICA INTRADISCALE*** : sotto guida TAC e nel rispetto assoluto della sterilità, si accede per via percutanea tramite ago 22G direttamente all'interno del disco intervertebrale; dopo esecuzione della discografia, si procede alla somministrazione della miscela di ozono, secondo le modalità sopra riferite . Anche per questa tecnica , si esegue prima un'anestesia locale della cute .

### ***3. INFILTRAZIONE PARAVERTEBRALE :***

individuato palpatoriamente lo spazio intervertebrale da trattare, si procede alla somministrazione della miscela di gas alla distanza di circa due cm. dalla linea mediana delle apofisi spinose. La somministrazione dell'ozono viene eseguita, previo test di aspirazione negativo, lentamente e a diversi livelli di profondità: muscolare e sottocutaneo. Anche in questo caso vanno garantite le norme di sterilità.

L'iniezione di ozono medicale nella muscolatura paravertebrale (metodo DISCOSAN) ha dato il 90% di successi su quasi tutte le ernie, anche multiple, anche già operate.

#### Meccanismi d'azione

I meccanismi con cui l'ozono medicale ottiene la risoluzione della patologia discale sono molteplici.

rivascolarizzazione peridiscare: il tenue feltro capillare che si crea negli strati periferici del disco perivertebrale permette una sua ossigenazione e nutrizione direttamente per via ematica e non solo per perfusione.

Azione cicatrizzante già nota dell'Ozono che agisce sulla lesione discale

La miscela O<sub>2</sub>-O<sub>3</sub> migliora la perfusione ematica capillare e l'ossigenazione dei tessuti. Questa sua qualità è determinante nell'attenuare la sofferenza ischemica e l'edema radicolare.

Recentemente è stata rivalutata la patogenesi autoimmune determinata dal contatto nucleo polposo - radice nervosa. L'azione graduale e costante dell'Ozono determinerebbe la risoluzione di tale "reazione".

Fondamentale è l'azione dell'Ozono sulla ripolarizzazione della membrana cellulare, che determina la restitutio ad integrum della funzione cellulare e quindi tissutale. Si ottimizza, così, non solo la componente discale, ma tutti i tessuti che circondano la lesione.

L'inoculazione di gas nel muscolo paravertebrale crea uno stimolo persistente in quella sede, con effetto agopuntura o Schiatsu e quindi effetto energetico ancora da codificare.

L'azione litica dell'ozono sui doppi legami del materiale di cui è costituita l'ernia del disco, con conseguente disidratazione della stessa, sua diminuzione di volume fino alla scomparsa. L'azione litica dell'ozono sui doppi legami è solo uno dei meccanismi d'azione ipotizzati, i quali, tutti insieme, contribuiscono a ristabilire la funzionalità discale.

Lo stress ossidativo locale indotto dall'ozono provoca un incremento di produzione di enzimi antiossidanti che si oppongono alle attività ossidanti del processo infiammatorio.

Tutte queste azioni determinano un miglioramento strutturale del disco intervertebrale. Spesso, infatti, dopo il trattamento si riscontra la scomparsa dei vacuoli gassosi degenerativi all'interno del disco. Tale miglioramento della struttura del disco spiega anche perché l'effetto terapeutico sia permanente. Le recidive sono, infatti, molto inferiori alla comparsa nella popolazione "sana" dello stesso fenomeno patologico.

I successi ottenuti con l'iniezione paravertebrale sono più numerosi di quelli ottenuti con la tecnica intradiscale. Tuttavia vi sono anche altre considerazioni da cui si deducono i *vantaggi della tecnica paravertebrale, intramuscolare, rispetto all'approccio intradiscale.*

Ottimizzazione della funzionalità discale (e non disidratazione del disco o lisi del nucleo polposi)

Rispetto della biomeccanica della colonna

Inutilità dell'inoculazione di pochi cc. di miscela gassosa nel nucleo polposi (in realtà gran parte del gas va nello spazio peridiscali), che preclude gli altri stimoli all'autoguarigione, invece presenti nella tecnica tradizionale.

Possibilità di curare più ernie contemporaneamente.

Possibilità di ripetere il trattamento all'infinito, anche domiciliariamente.

La guarigione avviene per uno stimolo costante in un dato periodo di tempo: quando si esegue una terapia naturale, ossia di stimolo all'autoguarigione, non si può pretendere che il paziente guarisca quando lo decide il medico. Ogni individuo ha i suoi tempi di reazione e di guarigione e questi, nella tecnica Discosan, vengono perfettamente rispettati.

Il paziente non deve essere ospedalizzato, minimizza il "rischio" operatorio, non deve sottoporsi ulteriormente a radiazioni ionizzanti.

Minime limitazioni nelle indicazioni. Col metodo intradiscale permangono inoltre tutte le controindicazioni di tale tecnica.

## TECNICA CLASSICA



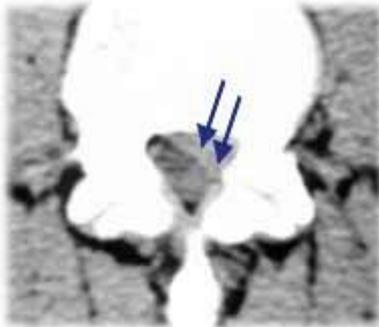
## TECNICA CLASSICA

L'infiltrazione viene effettuata iniettando una certa quantità di miscela gassosa O2-O3 a 10-20 microgrammi/ml in entrambi i lati della colonna vertebrale. Il punto di infiltrazione viene mantenuto costante segnandolo con matita dermatografica a 2 cm dall'apofisi spinosa in corrispondenza dello spazio interessato dall'ernia discale.

PRIMA

DOPO TRATTAMENTO  
CON O2-O3

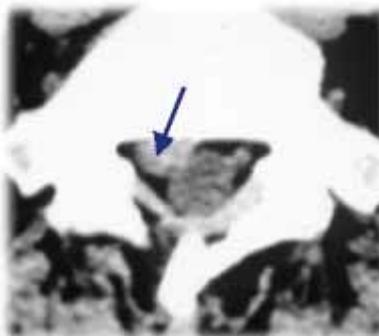
CASO 1



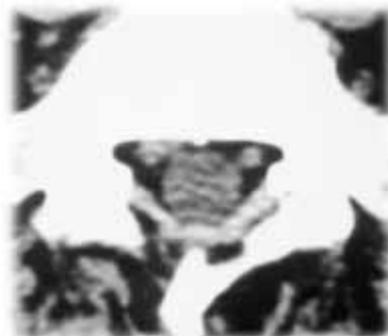
Ernia Discale  
L3-L4  
Paramediana  
Preforaminala  
Sinistra



CASO 2



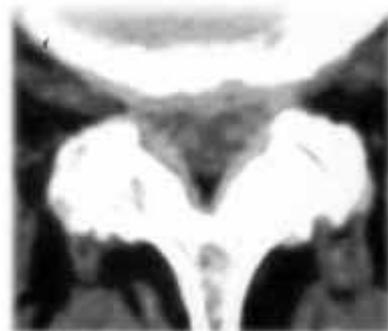
Ernia Espulsa  
L5-S1  
Paramediana  
Destra



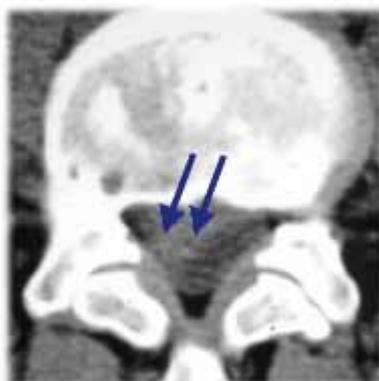
CASO 3



Ernia  
Sublegamentosa  
L3-L4  
Paramediana  
Preforaminala  
Destra



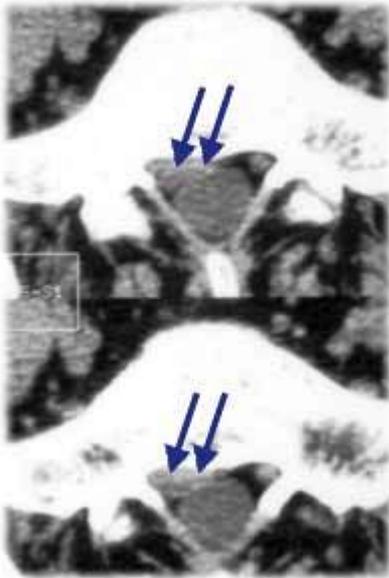
CASO 4



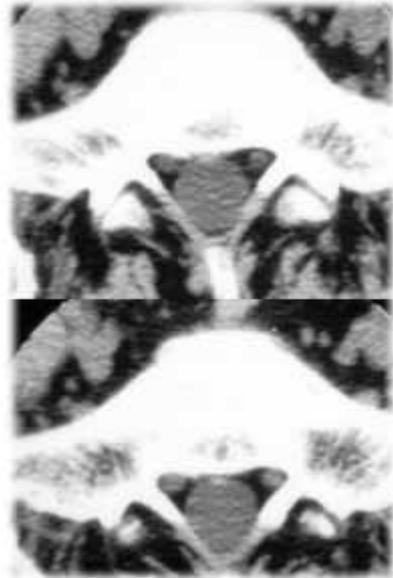
Ernia Espulsa  
L4-L5 Destra



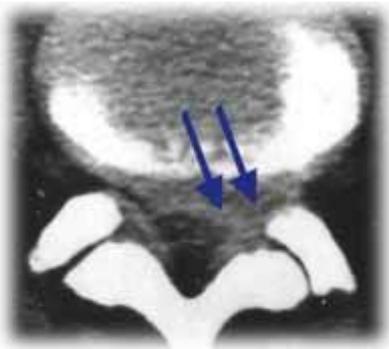
CASO 5



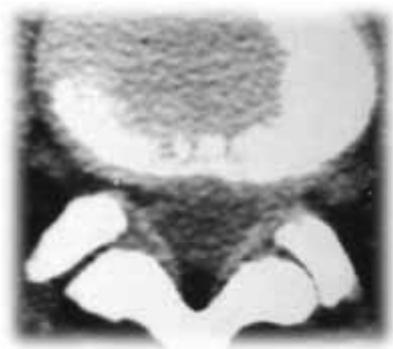
Frammento  
Erniario L5-S1  
nel Recesso  
Laterale Destro



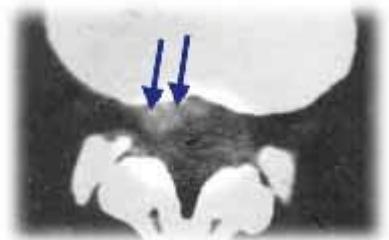
CASO 6



Ernia  
Paramediana  
Sinistra L4-L5



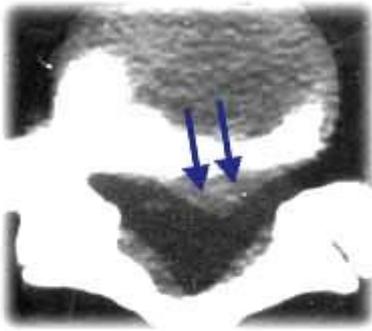
CASO 7



Ernia  
Preforamiale  
Destra L4-L5



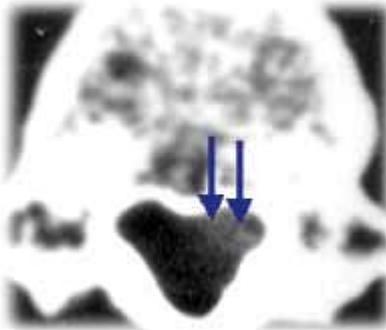
CASO 8



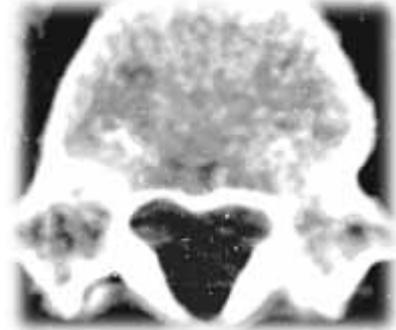
Ernia  
Sublegamentosa  
L5-S1  
Paramediana  
Sinistra



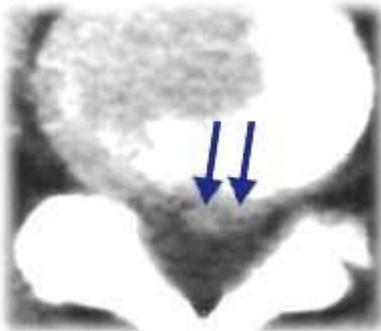
CASO 9



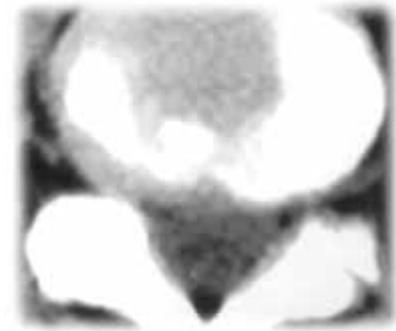
Frammento  
Erniario L5-S1  
Misurato nel  
Recesso Laterale  
Sinistro



CASO 10



Ernia Contenuta  
Mediana-  
Paramediana  
Sinistra L4-L5



Distribuzione della miscela gassosa a livello muscolare e in corrispondenza del forame di coniugazione con Tecnica Classica.



