

脊椎・脊髄外科 マニュアル

交野病院 病院長

寶子丸 稔

[編著]

交野病院 信愛会脊椎脊髄センター長

上田 茂雄

中外医学社

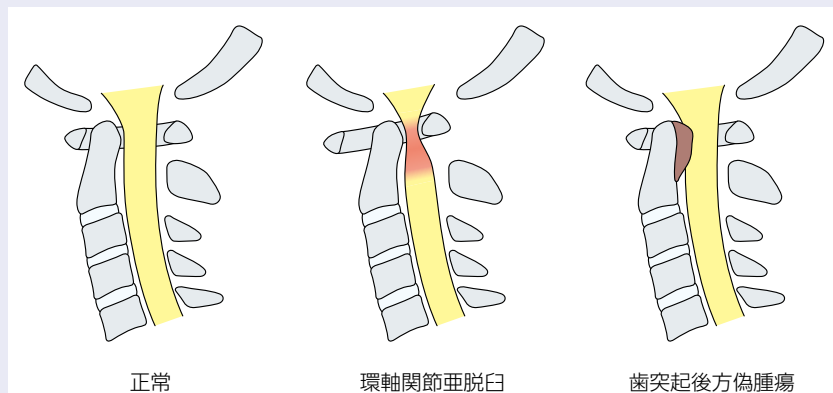
A 環軸椎固定術

POINT

- 1▷ 環軸関節亜脱臼，分離歯突起あるいは歯突起後方偽腫瘍などにより脊髄圧迫が発生するか，将来的に脊髄圧迫が発生する可能性が高い場合に適応となる。
- 2▷ 開創にあたっては，静脈叢の適切な処理が肝要である。
- 3▷ 固定には，環椎外側塊スクリュー＋軸椎椎弓根/椎弓スクリューを用いた環軸椎固定術が頻用されるが，骨の形状と椎骨動脈の走行に応じて，用いるスクリューと刺入法を選択する。

1. 適応

環軸関節は環椎（第1頸椎）と軸椎（第2頸椎）がつくる関節である。環軸関節には2つの関節があり，正中環軸関節と左右1対の外側環軸関節である。正中環軸関節は環椎前弓と横靱帯から形成される環を軸椎歯突起が貫くことで形成され，“車軸関節”ともいわれる。側方の2個の外側環軸関節は環椎の下関節面と軸椎の上関節面で形成される椎間関節である。この関節面はほぼ平坦で水平面を向いており，最大限の体軸回旋域が得られるような形状となっている。



そのため環軸関節は前後屈と側屈の可動域は小さいが、頭頸部における水平面での回旋運動において約 50%の可動域を担っている。

外傷による横靱帯の損傷、関節リウマチや変性などで発生する環軸関節での不安定性（環軸関節亜脱臼）、分離歯突起 os odontoideum、あるいは歯突起後方偽腫瘍などにより、脊髓圧迫が生じたり、将来的に脊髓圧迫が発生する可能性が高い場合 **01** に、環軸椎固定術を検討する。

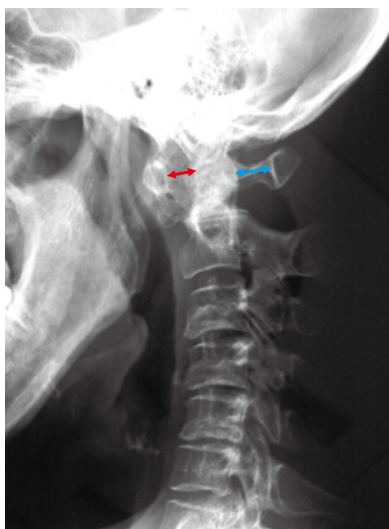
2. 術前画像診断

a) 頸椎 X 線写真

環軸関節亜脱臼に関しては単純 X 線写真での頸椎側面像が有用であり、環椎歯突起間距離（環椎前弓後面と歯突起前面の距離 atlantodental interval: ADI）は小児が 4 mm 以下、成人が 3 mm 以下であり、これを超えるものを環軸椎亜脱臼と診断する。通常の環軸椎亜脱臼では、前屈位で ADI が増大するので、前屈位の ADI で判定する **02**。また、手術適応の決定にあたっては、歯突起後面と後弓内面との距離（space available for the cord: SAC）も参考にする。SAC が 14 mm 以下になると脊髓症が発生する可能性があると考えられている¹⁾。

b) 頸椎 MRI

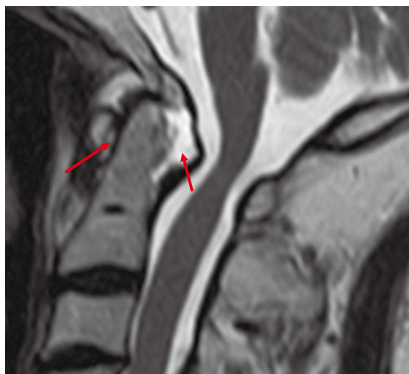
通常頸髄 MRI では中立位で撮影されるため亜脱臼は整復されていることが多いが、環軸関



前屈位頸椎 X 線側面像

↔ ADI ↔ SAC

02



→ 正中環軸関節内高信号域



→ 歯突起後方偽腫瘍による髄内高信号域

03



前屈位



後屈位にて整復される

右外側環軸関節周囲に
発達した静脈叢を確認

04

節亜脱臼では、環椎前弓と横靱帯，歯突起で形成されている正中環軸関節内に，不安定性に起因する液貯留などによる T2 強調画像での高信号域を認めることが多い。また T2 強調画像で環椎レベルでの脊髓萎縮や，脊髓への圧迫で生じた髄内高信号が描出されることが多い **03**。

歯突起後方偽腫瘍では，名前の通り歯突起後方に T2 強調画像にて低信号で描出される肥厚した組織を認め，時に T2 強調画像で高信号を呈した嚢胞を複数認めることがある。病変が高度な場合には T2 強調画像で髄内高信号域を認める **03**（右）。ごく稀に嚢胞が頭蓋内延髄腹側に及び，延髄を圧迫することもある。

c) 頸椎 CT

固定術に加えて環椎除圧術が必要かどうか，後屈位にての CT 撮影を追加し，後屈位で整復されて十分な脊柱管が確保できるか確認する。整復されていれば，固定術のみを行うことを考慮する **04**（左，中央）。また，造影 CT を追加し，椎骨動脈に異常な走行がないかどうか，発達した静脈叢がないかどうか確認しておく **04**（右）。

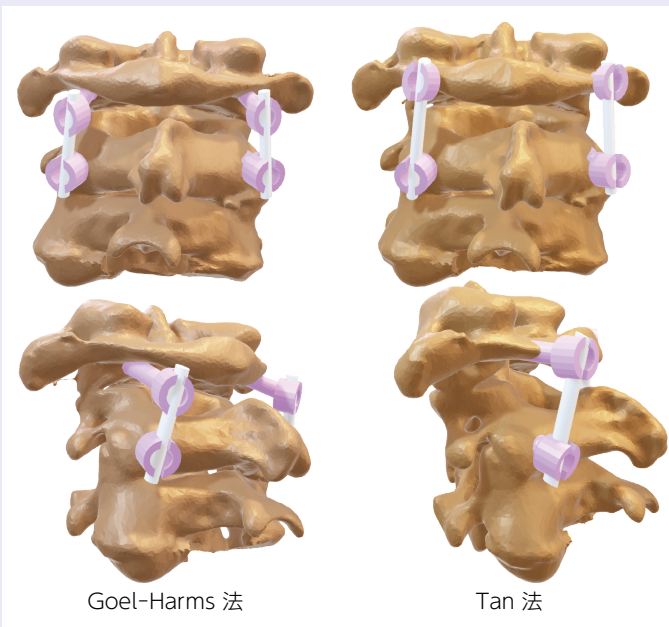
3. 手術方針

巧緻運動障害や痙性歩行障害など脊髄症が認められる場合には手術適応を考慮する。後頸部痛などの局所症状が主訴の場合には、SAC が 14 mm 以下の場合あるいは MRI で脊髄の萎縮や髄内高信号が認められる場合、また、合併する関節リウマチがムチランス型などの重症型の場合に手術を考慮する²⁾。

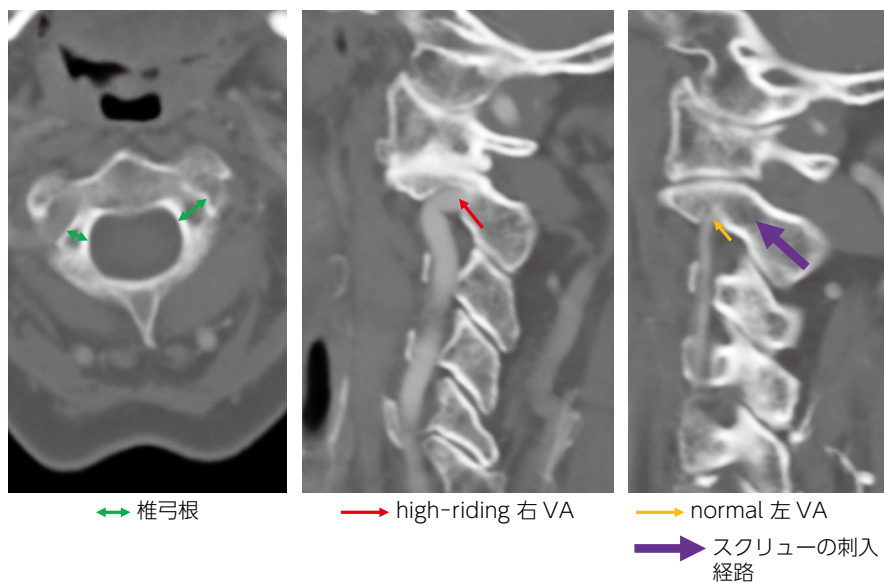
不安定性のみで脊柱管自体の狭窄がない場合には環軸関節の固定術のみを考慮するが、狭窄が強く、脊髄への傷害が認められる場合には除圧術の追加を考慮する。その場合には、環椎後弓の切除の追加、稀に C2 椎弓の部分または全切除の追加を行う。固定の際には、インストルメンテーションによる固定に加えて骨移植を同時に行う。通常、腸骨より採取すると強固な自家骨による固定が得られるが、局所骨のみを移植することもある。

代表的な固定術として、① Magerl 法と、② 環椎外側塊スクリュー+軸椎椎弓根/椎弓スクリューを用いた環軸椎固定術があり、環椎外側塊スクリュー刺入法の主なものには Goel-Harms 法と Tan 法がある。Magerl 法は外側環軸関節を 1 本のスクリューで貫いて左右で固定するために、全方向の転位、回旋を確実に抑止できる優れた固定法であるが、軸椎へのスクリュー挿入時に椎骨動脈損傷の危険性が大きく、また C1/C2 の矯正が困難であることより、Goel-Harms 法あるいは Tan 法が主流になってきている。

Goel-Harms 法と Tan 法は、環椎外側塊スクリューの刺入法が異なり、Goel-Harms 法では環椎外側塊へ直接刺入し³⁾、Tan 法は後弓に直接刺入する⁴⁾ 05。Tan 法は外側塊周囲静脈



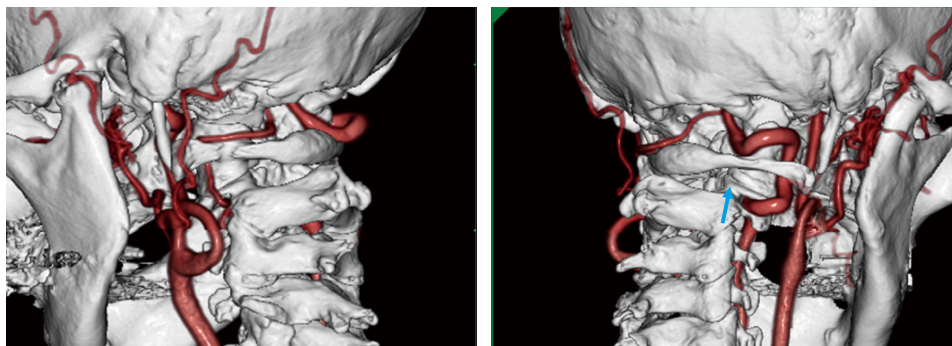
05



06

左: CT 水平断。左側は椎弓根の十分な幅が得られているが、右側は椎弓根の幅が非常に狭くなっている。
中央: 造影 CT 矢状断。右 VA は high-riding であり、椎骨動脈の骨内走行が内側、背側、頭側方向へ偏移している。
右: 造影 CT 矢状断。正常側。矢状断でもスクリー挿入に十分な骨の幅が確認できる。

3D-CTA



07

左: 正常側。
右: high-riding VA 側。C2 横突孔が正常側より頭側、内側となっており、椎弓根が非常に狭く、スクリーの挿入が困難であることが確認できる (青矢印)。

からの出血と C2 神経根障害のリスクを低減できる利点を有しているが、後弓径が 4 mm 未満の症例では 3.5 mm 径以上のスクリーの挿入は困難であり、Goel-Harms 法を選択することになる。

Goel-Harms 法と Tan 法ともに、軸椎へのスクリー挿入は椎弓根スクリーが理想的であるが、High-riding VA といわれる椎骨動脈の走行異常の場合には挿入が困難である。High-

riding VA は、解剖学的に 10～20%に認めるとの報告もあり、遭遇する機会が比較的多いものであるが、椎骨動脈の骨内走行が内側、背側、頭側方向に偏位して、椎弓根の幅が非常に狭くなっており、造影 CT で確認する **06, 07**。そのような場合には椎骨動脈損傷の危険性が高くなるため C2 椎弓スクリューが適応となり、これには後述する Wright 法と Wright 法の変法である Kabir 法がある。

4. 手術の流れ

▶ 環椎外側塊スクリューを用いた固定術

a) 体位

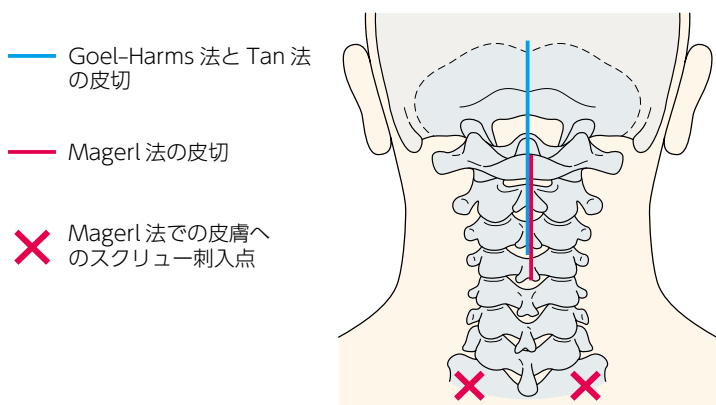
腹臥位で行い、頭部はメイフィールド型頭部固定器を使用し、中立位に固定する（第 4 章参照）。

b) 皮膚切開

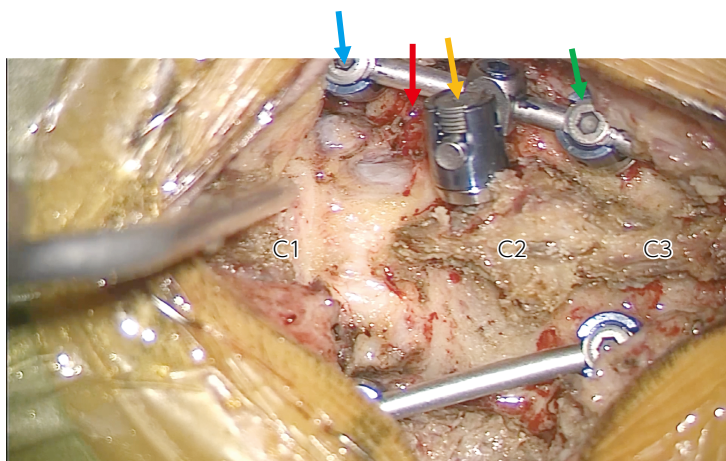
正中切開を行うが、頭側は環椎外側塊へのスクリュー挿入のため環椎の外側を十分剥離する必要があるために大後頭隆起まで切開が必要となり、尾側は C2 椎弓根スクリュー刺入のために C4 棘突起程度までの切開が必要である **08**。

c) 術野の展開

項靱帯を正中で切開した後に、僧帽筋と頭半棘筋とともに左右外側へ押し広げて、環椎後弓と軸椎棘突起の先端を露出し、さらに環椎後弓に付着する小後頭直筋、軸椎棘突起に付着する大後頭直筋、下頭斜筋、棘間筋を付着部から切り離し、環椎後弓と軸椎椎弓を露出する。その後、Goel-Harms 法では外側環軸関節の周辺の展開が必要となる **09**。特に、外側環軸関節の



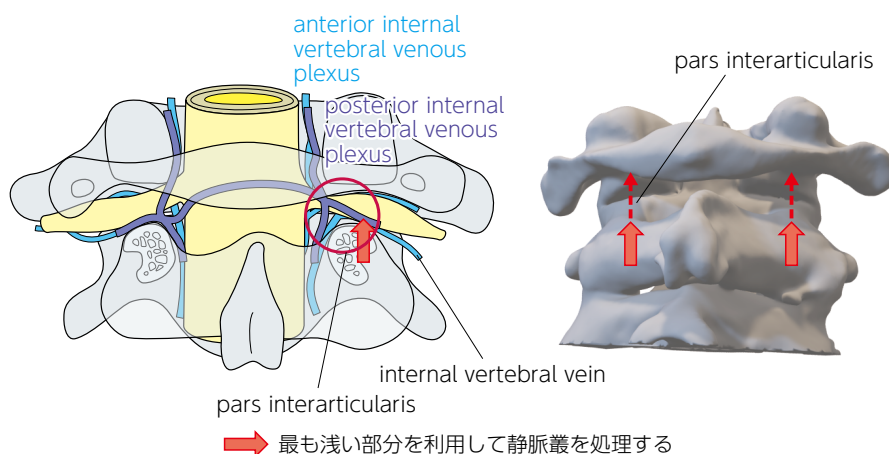
08



- 環椎外側塊スクリュー 軸椎椎弓スクリュー
 C3 外側塊スクリュー 右外側環軸関節

09

Goel-Harms 法による環椎外側塊スクリュー挿入のために右外側環軸関節を露出している。



10

術中整復や外側環軸関節での骨癒合が必要な場合には、外側環軸関節腔を十分に露出する必要がある。外側環軸関節周辺の展開で最も問題となるのは C2 神経根周辺に発達している椎骨静脈叢であり、静脈叢を処理するためには解剖を熟知しておく必要がある **10**。硬膜囊外側部で出血すると、ここでの静脈叢は頭尾側方向、腹側方向、背側方向へと繋がっているため、出血が四方に広がって收拾がつかなくなり、避けなければならない。最も浅い部分である pars interarticularis 上では C2 神経根に沿って走行する internal vertebral vein しか存在しないため、この部分で、C2 神経根を静脈とともに凝固切断すれば **10**、出血することなしに外側環軸