

# 山口県医師会警察医会 第25回研修会

と き 令和元年8月3日(土) 15:30～17:00

ところ 山口県医師会6階大会議室

[報告:長門市医師会/山口県医師会警察医会会長 天野 秀雄]

令和元年8月3日(土)、山口県医師会6階大会議室において、山口県医師会警察医会第25回研修会が開催された。座長は山口大学医学部法医学教室教授の藤宮龍也先生が務められた。演者の原田一樹先生のご経歴の紹介に引き続き、講演が行われた。

**藤宮教授** 原田先生は宇部市のご出身で、宇部高校卒業後、山口大学に入学され、卒業後は山口大学の法医学教室に入局された。沖縄での研修を終えられた後、平成14年から米国のアルバート・アインシュタイン医科大学にて法理病医のレジデント研修を、平成18年からはニュー・メキシコ大学にて監察医のフェロー研修をされている。研修終了後、平成23年から防衛医大の准教授になられ現在に至っている。

職歴では東京都監察医の非常勤をされており、学会活動では法医学会をはじめ、さまざまな学会に所属、活躍されている。その他、平成23年3月に災害時死体検案支援活動として、福島県の南相馬に行かれており、偶然私も同じ班に所属していた。本日は原田先生がアメリカ等で経験されたことを中心に、「日米の法医実務から学んだこと～頭部外傷と銃創を中心に～」の題目でご講演いただく。

## 講演

### 「日米の法医実務から学んだこと

#### ～頭部外傷と銃創を中心に～」

**防衛医科大学校法医学講座准教授 原田 一樹**  
本講演の内容は3つのパートに分けている。私は米国で法医学の研修を受けたという変わった経歴を持っており、日本では恐らく私1人だけと思っている。日米の法医学の立ち位置の違いや研修の違いをお話したい。そこから、米国での

研修をきっかけに興味を深めることになった銃器損傷、及び頭部外傷について講演する。

## 1. 米国での法医学研修

アメリカでの法医学研修について解説する。日本は6年間のメディカルスクールに対してアメリカでは4年間のカレッジ、その後4年間のメディカルスクールを修了して8年の大学生活を終え、面接と病院とのマッチングで4年間の解剖・臨床病理のレジデント研修、または3年間の解剖病理のみのレジデント研修を行う。ここでいう解剖病理は主に外科病理(病院病理)研修であり、病理解剖も行う。研修中に神経病理、血液病理、腎病理などを選択して研修することも可能である。臨床病理は日本での“臨床検査”と同義であり、生化学、微生物学、血液学、輸血学の研修を含む。レジデント研修を終えると、法医学というサブスペシャリティに進むことになる。法医学者になりたい人は法医学施設で1年間の法医学病理のフェロー研修を経て、スタッフ法医学者になる。このような経路をたどるアメリカの法医学者は病理のバックグラウンドを持つ法医病理医である。したがって、日本では「法医学」は公衆衛生と並び、基礎の社会学と捉えられているが、アメリカでは「病理学の一分野」と捉えられている。

私は4年間の解剖臨床病理をニューヨークのブロンクスの病院で終え、その後の1年間の法医研修はニューメキシコで行った。ニューメキシコ州監察医事務所は、スタッフが7～8名、フェロー(トレーニング生)4名、法医歯科学者1名、法医骨学者1名、医療調査員(警察の検視係に相当、周囲の状況を調べる人)10数名、解剖技官10数名、カウンセラー3名が常駐しており、薬毒物・生化学・微生物学検査も一つの建物の中で行うことが可能であった。ニューメキシ

コ州は年間5,000件程度が異状死として報告され、約2,000症例が解剖される。異状死の解剖率は40.6%で1日あたり5～6例の解剖が行われる。日本と比較して最も異なる点は、研修プログラム内容がACGME (Accreditation Council for Graduate Medical Education) という研修プログラムを認可する団体によって標準化されていることである。年間少なくとも1回、ACGMEによる監査があり、提示された条件を満たすことができなければ資格を剥奪される。法医学のフェローシップでは年間200～250例の執刀を行うように義務付けられており、研修が修了した時点で一定の病理診断ができる知識と技術を習得できる。このように事例数が多いため、多彩な事例を経験することができるのみならず、スタッフ法医学病理医の絶対数が多いため、異なる考え方や事例に対する多様なアプローチの方法を学ぶことができる。また、1か所の研修施設で行政解剖と司法解剖(場所によっては病理解剖)を執刀できるため、解剖の他、現場での検案業務も学ぶことが可能である。また、日本では事例数の少ない銃創事例の解剖を数多く執刀することによって、さまざまなタイプの銃創事例に対応できる技能が身に付いた。米国で出会った法医神経病理の先生の影響で、神経病理へ深い興味を持つようになり、自分のやりたいこと、進みたい道が明らかになった。この2つについて話をしていきたい。

## 2. 銃器損傷

銃創解剖で明らかにすべきことは「その損傷は本当に銃創なのか？」である。銃創であれば銃創に関連した死因かそうでないか、単発か多発か、多発であれば単一か複数の銃によるものか。大切なのは射入口、射出口の同定、射程距離と射撃方向の推定、弾丸の回収(銃器の同定に重要なので、回収方法も重要)、受傷後の行動能力等を明らかにしなければならない。今回は射入口、射出口の同定、射程距離の推定、受傷後の行動能力についてお話をさせていただく。

銃器のタイプは大きく分けて2つあり、ハンドガンやライフルなど、銃身内腔面に“ライフルリング・マーク”がらせん状に切つてあるもの(Rifled weapon)とショットガンなどの“ライフ

リング・マーク”がなめらかなもの(Smooth-bore weapon)である。本日はRifled weaponについて説明する。

弾薬はハンドガンやライフルで多少の形状の違いはあるものの、ほぼ同じである。構造は、薬莖の中に弾丸と発射火薬が入っており、底部のプライマーと呼ばれる中にあるプライマーコンパウンドを強く撃鉄で叩くと発火して火花が出て、火薬に点火し、弾丸が飛んでいくという仕組みになっている。弾丸の鉛を銅で完全におおわれているのがFull metal-jacketed bullet、一部だけおおわれているのがPartial metal-jacketed bulletである。

ハンドガン・ライフルの場合の射入口と射出口の鑑別については、弾丸が残す損傷の形状は弾丸の回転軸がブレるかブレないかで変わってくる。回転軸がブレずにまっすぐ入ると円の典型的射入口になる。何らかの原因があり、弾丸の回転軸がブレる場合、無理やり当たった部分(皮膚など)を割いて弾丸が入っていく。これを非典型的射入口という。また、体の中を通っていく時点で軸がずれるので射出口も丸にはならず、不正な形になる。射入口の形状は基本的に円形もしくは楕円形だが、皮下の性状、射入の角度、射撃距離によって多彩な像を取り得る。射入口の組織欠損の辺縁には表皮剥脱(捻挫輪)を伴う。

頭部など皮膚下層に骨があるところでは、接射の場合、銃口から噴出したガスが皮膚・皮下組織を裂き、射入口は星状形になる。頭のような頭蓋骨が内板と外板の2層の骨が海綿骨を挟んで盤状を形成しているようなところでは、弾が貫通すると内板のほうがより削れたような“内板の削れ”所見(internal beveling)が見られる。これはCTでも確認が可能で、CTでどちらが削れているかをみることで、入口か出口かを確認することができる。逆に射出口の骨欠損部では“外板の削れ”所見(external beveling)が見られる。

銃撃距離は銃口から出る弾以外の2つのもの(煤と火薬粒)で判断する。煤より重量が重いので遠くに飛ぶ火薬粒が対象にどれくらい付着しているか否かで判断する。接射は銃口から0.5～1cm以下で離れているときは、火薬粒痕はほぼ射入口から体内に入るので皮膚には残らない。近射は50cm以下(1～2m以下という本もある)、

ある程度までは煤も火薬粒痕もつくが、もっと離れると煤は届かない。遠射は煤も火薬粒痕も届かない。ただ、ターゲットに何の痕跡もないのは遠くて煤や火薬粒痕が届かなかった以外に、服を着ていたといった可能性もあるので、“不確定射：Indeterminate range”が正しい言い方だと書かれている本もある。

非典型的射入口が形成される場合（つまり弾丸の回転軸がブレる場合）は、銃器もしくは弾薬に問題があるとき（銃器の故障や欠陥弾薬など）、銃口と射撃対象の距離が長いとき、跳弾や「中間標的」を介した射入口（標的に当たる前に車のガラス窓などに当たった場合など）が考えられる。

受傷後行動能力評価のための標的の分類として、「人間は撃たれた後にどれくらい動くことができるか」というのは、例えば多発銃創の場合、自為か他為の鑑別を行うためにも必要な知識である。人間はどこを損傷した時にどれくらい動けるかについては、①脳の中でも基底核、脳幹、延髄、上部頸髄などは即時に死に至るターゲット（Instantaneously lethal targets）、②心臓や大動脈は場所によるかもしれないが少なくとも10～15秒は自発的行動可能であるターゲット（Rapidly lethal targets）、③肝臓や腎臓、肺などの失血による死亡となり、時間が長い場合（Targets of secondary importance）という3つの分類がある。

### 3. 頭部外傷（硬膜下血腫について）

最後に、頭部外傷の中で硬膜下血腫に絞って話をする。硬膜下血腫は頭部外傷の中でも一番トリッキーな病態だと思っている。硬膜下血腫は、受傷から症状発現までの時間によって急性（3日以内）、亜急性（4～20日）、慢性（21日以上）に分けられる。国際的に決められたものはないが、この分類法が一般的である。硬膜外血腫は内板と硬膜の間に血液が溜まり、癒着を裂くように広がるため、意識清明期がある事例もある（約20%）。出血源は架橋静脈（bridging vein）、皮質動脈（cortical artery / vein）である。外傷性（直接打撲、回転加速衝撃）が多いが、非外傷性もしばしば見られる。解剖事例において、外傷性であることを判断するためには、非外傷性の原

因を否定しておく必要がある。非外傷性硬膜下血腫の原因としては、脳動脈瘤、脳動静脈奇形、硬膜動静脈瘻、腫瘍（髄膜腫、乳癌などの硬膜転移）、血小板減少（特発性血小板減少症など）、凝固系の異常（ビタミンK欠乏など）が考えられる。生存期間中は、時間経過とともに血腫の器質化（organization）が進行する。組織学的に血腫の形成時期推定を行うことがある。「ある特定の外力が血腫形成の原因であるかどうか」を判断するために必要な所見である。しかし、解剖時には開頭血腫除去術後であるため、血腫を得ることができない事例も多い。血腫の形成時期推定に使用する組織は、血腫の辺縁から複数箇所採取する。これは、血腫器質化の進行程度は辺縁で最も推定しやすいためである。血腫形成時期の組織学的推定は下図のとおり。

“軽微な外力で生じる硬膜下血腫”の存在は以前からよく知られている。この疾患は臨床分野のみならず、外傷と死との因果関係が問題となる法医学分野においても重要である。しかし、その認知度は低く、成書中の記載は乏しく、病態生理に関しても明らかになっていない部分が多い。なお、本講演でお話しするのはあくまで、成人における「軽微な外傷で生じる硬膜下血腫」である。

事例を紹介する。90歳代男性、グループホームのトイレで転倒して頭部を打撲した。打撲後の意識障害、神経症状はなかったが、9日後に急変して死亡した。解剖したが、ゼリー状の右硬膜下血腫が100g以上あり、致死的なものとして十分であった。しかし、それとは別に硬膜の内面に固着した硬い血腫あった。脳表面には脳挫傷のような外傷はなかったが、よく見てみると、硬い

血腫形成時期の組織学的推定	
24～48時間まで	赤血球は新鮮。フィブリン析出。好中球浸潤。
2～5日	赤血球は一部溶解。マクロファージ出現。線維芽細胞が硬膜側に膜を形成し始める。
7日	線維芽細胞は硬膜側に10細胞程度の厚みを持つ層を形成（クモ膜側では線維芽細胞はほとんど見られない）。
14日	赤血球溶解は進行し巨大毛細血管が出現。硬膜側の線維芽細胞層の厚みは硬膜の厚みのほぼ半分。クモ膜側に線維芽細胞層出現。
28日	血腫は新鮮な出血部を伴って液状化。硬膜側の線維芽細胞層の厚さは硬膜とほぼ同じ。クモ膜側にも安定した線維芽細胞層が形成される。
1～3ヶ月	二次性出血を伴う巨大毛細血管。膜の硝子化はこの時期に進行する。
3ヶ月以降	3ヶ月以降の形成時期の絞り込みは困難。形成された膜は厚みを増し、石灰化が見られることもある。

Helen L. Whitwell: Forensic Neuropathology (2004) より

血腫と対応する部分に0.1mmのささくれ状の突出したものが出ていた。ここが出血源であろうと考え、ブロックで取り出し、連続切片を作成したところ、皮質動脈(右前頭頂動脈)から分岐する小分枝の断裂が起こっていた。また、断裂部辺縁にフィブリンの付着を伴っていた。一方、硬膜内面に固着した血腫の組織学所見は、血腫外膜ありで12~16層の線維芽細胞、巨大毛細血管を欠き、鉄染色陽性マクロファージはごく少数であり、血腫内膜はなかった。以上の所見より、死亡9日前の転倒時に皮質動脈の小分枝が破綻して生じた出血が一旦止まり、亜急性期に致死的な再出血が起こったと判断した。本事例の責任血管は、シルビウス裂近傍に位置する脳表の皮質動脈と硬膜との間をつなぐ架橋動脈(bridging artery)である。調べてみると、同様に軽微な外傷を契機として起こる「皮質動脈破綻による急性(特発性)硬膜下血腫(acute(spontaneous) subdural hematoma of arterial origin)」と呼ばれている病態と共通する責任血管であった。また、同様の血管を責任血管とする慢性硬膜下血腫も報告されている。

個人的な見解だが、“特定の血管の破綻”という共通点に注目することによって、軽微な外傷を契機として、シルビウス裂近傍の架橋動脈が破綻して生じる硬膜下血腫の一群は当然急性期に死を引き起こすことがあるので、急性及び亜急性期に再出血を起こす場合や、再出血を起こさずに慢性硬膜下血腫になる場合もある。このグループは強い打撲を契機として架橋静脈や脳表面の動静脈が断裂して生じる典型的な硬膜下血腫とは別に、独立した疾患概念として捉えて病態解明を進めるべきではと考えられる。

架橋動脈の正体は何なのか？架橋動脈という解剖用語は存在せず、また、なぜ“シルビウス裂近傍”に位置するのか？なぜ軽微な外傷で破綻するのか？という疑問も生じる。メカニズムに深く触れている文献は乏しいが、もやもや病と硬膜下血腫の関連性を述べたものがみられる。内頸動脈などの閉塞を背景に発症するもやもや病(類もやもや病、もやもや現象含む)で発達する経硬膜側副血行路 transdural anastomosis(大脳穹隆部に形成される vault moyamoya)の破綻によって生じる硬膜下血腫の報告が多くはないが散見される。

架橋動脈が内頸動脈の閉塞などを背景に発達した“transdural anastomosis”なのであれば、「なぜ“シルビウス裂近傍”に位置するのか？」は、(皮質動脈の)末梢には側副血行路は形成されにくい、「なぜ軽微な外傷で破綻するのか？」は、後天的に発達した側副血行路は脆弱なのでは？という2つの疑問にある程度の結論がでるのではないかと推測される。

“軽微な外傷による硬膜下血腫”の責任血管及び背景に潜む病態が解明できれば、法医学的意義としては加えられた外力の大きさを推定するために有用な所見として用いることができる。臨床的意義としては、軽微な外傷で硬膜下血腫を生じる可能性のある患者を同定して発症前に対処できる可能性が示唆される。

内因性があり、軽微な外傷で生じる例があるというトリッキーさのもう一つの例としては、硬膜下血腫は controversial で謎の多い病態に関係しているというイメージである。一時はスポーツ医学でホットトピックであった、セカンド・インパクト症候群(Second impact syndrome)、軽微な頭部打撲で生じる乳幼児急性硬膜下血腫(いわゆる中村I型と呼ばれるもの)、揺さぶられっこ症候群(Shaken baby syndrome:SBS)などである。SBSはShakingのみで起きるのか？Impactも必要なのか？と長い間議論的となってきた。古典的な三徴候(①硬膜下血腫、②網膜出血、③脳症(脳浮腫など))には最近、信頼性がないと言われており、決定的となったのは2016年にスウェーデン政府機関が、システマティック・レビューという検証方法を使って、SBSに関する医学文献を検討した結果、三徴候を揺さぶりと結びつける科学的証拠は不十分であるとした。現在、医学界と法曹界は大きく揺れ動いている。

米国での法医学研修の実際と、その研修を契機として関心を深めることになった「銃創」と「頭部外傷」についてお話しさせていただいた。頭部外傷の中でも硬膜下血腫は、多くの謎をはらむトリッキーな病態であり、解剖事例からその謎を解き明かすことが法医病理医の使命だと思っている。