

速報

INFECTION
CONTROL
TOPIC

「何が起きている?」「何が
変わる?変わらない?」
に答えます!

長崎大学 熱帯医学研究所 協力研究員 / 名古屋検疫所 嘱託医

守屋章成

新型コロナワクチンなどにおける筋肉注射の 注意点

はじめに

2021年2月に日本で新型コロナワクチン接種が開始されて以来、本稿執筆の2022年7月までの接種実績は2億9千万回を超えた¹⁾。周知の通り、日本で承認された新型コロナワクチンは4製剤とも筋肉注射（筋肉内接種、以下筋注）のみが接種経路である。諸外国では生ワクチン以外のワクチンはほとんどが筋注で接種されているが、日本では新型コロナワクチン登場前には、筋注のみで接種されるワクチンはHPVワクチンや髄膜炎菌ワクチンなど数製剤しかなく、小児を中心にワクチン接種の大半は皮下注射（以下、皮下注）で行われてきた。新型コロナワクチンが筋注であらゆる年齢層に多数接種され始めた2021年は、日本の「ワクチン筋注元年」といえるかもしれない。

皮下注射と筋肉注射

皮下注では注射針を皮下組織に刺入する。皮下組織には重要な神経も血管も走行していないため、誤って過度に深く刺入しない限り、接種手技に起因する重大な障害は想定しがたい。よって皮下注は基本的に安全な接種経路といえる。

一方で、筋注では筋組織まで針を刺入する。一般に筋組織には重要な神経、血管または関節包がしばしば近接するため、筋注は神経障

害、薬液の血管内迷入または関節障害のリスク手技である。理論的には、筋注は皮下注に比べて障害リスクが高いと言わざるを得ない。

では注射型ワクチンの接種経路に皮下注と筋注が混在するのはなぜか？ ワクチンは大きく、生ワクチンとそれ以外（不活化ワクチン、組換え蛋白ワクチン、メッセンジャーRNAワクチンなど：非生ワクチンと総称）に二分される。生ワクチンを接種すると、体内で活性のある病原体が増殖し免疫系を多様に刺激するため、強い免疫が得られる。対して非生ワクチンの接種では、体内で免疫系を刺激するのは病原体の断片のみのため、免疫原性は一般的に生ワクチンより劣る。そのため非生ワクチンでは、免疫原性を少しでも高めるため、毛細血管血流が豊富で薬液がリンパ組織に到達しやすい筋組織が接種経路に採用されることが多い。対して生ワクチンは皮下注でも十分な免疫原性が得られるため、障害リスクのある筋注をあえて選ぶ理由が乏しい。これが皮下注と筋注が混在する理由である。

筋肉注射の手技

筋注はほとんどの場合、上肢の三角筋で行う。三角筋が選択できない場合は、下肢の大腿前外側（外側広筋）を選択する。一定程度の筋量があり、アクセスが容易で、疼痛などの局所副反応を許容しやすい部位の筋肉は、

実質的にこの2ヵ所しかないといえる。よって筋注においては、三角筋および外側広筋に関連する解剖学を理解し、重大な障害を回避する手技を徹底する必要がある。

三角筋

三角筋周囲には表1の重要な解剖学的構造がある。

①の肩関節近傍や滑液包に誤って薬液を注入した場合、惹起された炎症によって肩関節周囲炎、凍結肩、肩峰下滑液包炎、腱板炎などさまざまな障害が起こり得る。ワクチン接種後にこれらを生じたものは、ワクチン関連肩関節障害 (Shoulder Injury Related to Vaccine Administration, SIRVA) と総称される²⁾。SIRVAは単一の整形外科的病態を指すものではなく、複数の障害をひとまとめにした症候群の概念である。SIRVAの誘因として、ワクチン接種部位が肩関節により近い、すなわち三角筋の上方(高位)への接種が推測されている³⁾。よって、接種時には三角筋の上部3分の1を避けるべきとの報告が複数あり^{4, 5)}、接種者の視線が不用意に高位になるのを避けるため接種者・被接種者の双方が椅子に腰掛けるべき(接種者は立位を避けるべき)とする報告もある³⁾。

②の腋窩神経に誤って針を刺入または神経の直近に薬液を注入した場合、腋窩神経障害を生じ得る。肩関節の外転障害や肩外側の知覚障害など日常生活への支障は大きい。腋窩神経は三角筋の裏面をほぼ水平に背側から腹側へと走行するが、走行部位には個人差がある。生体およびご遺体での複数の解剖学的検

表1 三角筋の構造

- | |
|---------------------|
| ①三角筋の上方：肩関節、特にその滑液包 |
| ②三角筋の裏面：腋窩神経 |
| ③三角筋の後下方：橈骨神経 |

討によると、体表面で肩峰を起点に3~9 cm 下方の範囲に腋窩神経が走行している^{6~8)}。よって三角筋上でこの範囲を避けて刺入するのが安全といえる。

ここで、三角筋筋注で伝統的に採用されてきた「肩峰下3横指」(肩峰より3横指下の三角筋中央の位置)の部位はおおむね肩峰下4~6 cmに相当し、腋窩神経障害のリスク部位と重なることに留意いただきたい。実際に、ワクチンではないが、アトロピンなどを肩峰下3横指で三角筋筋注した後に腋窩神経障害を生じた症例報告もある⁹⁾。古くから頻用されてきた接種部位だが、必ずしも安全とはいえないことを強調したい。

上記を総合すると、三角筋筋注では三角筋の上部3分の1および肩峰下3~9 cmの範囲の双方を避けるのが安全である。かつ肩峰下3 cm以内は上部3分の1と重なることから、必然的に肩峰下9 cmより下方が唯一の選択肢となる。しかし、接種のたびに定規やメジャーで肩峰下9 cmを計測するのは煩雑である。代わって、仲西らは「前後の腋窩ひだ(前後の腋窩線の頂点)を結ぶ線と、肩峰から下ろした垂線の交点」(図1)を安全な接種部位として提唱している¹⁰⁾。Nakajimaらの解剖学的検討によると、前後の腋窩ひだ(前後の腋窩線の頂点)を結ぶ線はおおむね肩峰下9~14 cm

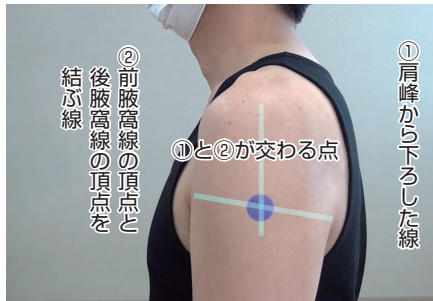


図1 仲西らが提唱するより安全な三角筋筋注の刺入部位
(提供：日本プライマリ・ケア連合学会)



図2 体表面からみた橈骨神経の走行部位(部分)
(提供：日本プライマリ・ケア連合学会)

に分布する⁸⁾ため、腋窩神経の走行部位を回避できるといえる。

従来の「肩峰下3横指」に代わって、「前後の腋窩ひだを結ぶ線の高さ」がより安全な三角筋接種高といえるだろう。

③の橈骨神経は、三角筋と直接重なる部位は走行していない。橈骨神経は上腕においては三角筋から外れた後方に位置し、三角筋に重なることなく上腕骨を背側から斜めに巻きながら下行する。単純な解剖学では、三角筋



図3 誤った筋注の肢位
手を腰に当て肘を突き出すことで、橈骨神経が接種者の正面に位置する
(提供：日本プライマリ・ケア連合学会)

筋注と無縁に思える(図2)。

しかし、上腕への皮下注でしばしば行われる「被接種者の手を腰に当て、肘を突き出す肢位」を三角筋筋注で誤って行くと、必然的に伴う肩関節の内旋によって、橈骨神経が接種者の正面に位置してしまう(図3)。

この肢位で刺入部位を誤れば、橈骨神経を容易に傷つける可能性がある。橈骨神経麻痺は下垂手や下垂指を引き起こし、手を使う動作がほとんどできなくなるため、日常生活への支障はきわめて大きい。海外ではあるが、インフルエンザワクチンの不適切な三角筋筋注により重度の橈骨神経障害を生じた症例報告もある¹¹⁾。前述の刺入部位を提唱した仲西らは同時に、三角筋筋注時には決して手を腰に当てさせず、必ず上肢を下垂位(手を下ろした肢位)にして接種するよう強く主張している¹⁰⁾。

以上を総合すると、三角筋への筋注をより安全に行うには表2の通りが望ましい。

大腿前外側（外側広筋）

三角筋が未発達な乳幼児、三角筋部の外傷後、乳がんなどでの腋窩リンパ節郭清後、または筋注製剤の3剤以上同時接種など、三角筋以外にも筋注部位を要する場合がある。この場合は大腿前外側を選択する。

大腿骨の大転子と外側顆を結ぶ線のちょうど中点が刺入部位である。外側広筋の筋腹中央部に相当し、三角筋とは異なって障害リスクのある神経・血管・関節構造のいずれも近傍にない。よって三角筋よりも安全な筋注部位といえる。

注射針の長さ

Nakajimaらによると、三角筋の前後の腋窩ひだの高さにおける若年日本人の皮下脂肪厚は最大で16 mm程度あった^{8, 12)}。より高年齢や肥満体ではさらに厚い可能性がある。よって、三角筋筋注時に注射針の先端を確実に筋層内に刺入するには16 mm針では不十分であり、25 mm針を選択すべきである。仮に皮下脂肪および三角筋の筋腹が薄い人に25 mm針を刺入して針先が上腕骨に当たっても、前述の刺入部位を遵守していれば腋窩神経障害は避けられるはずである。骨に当たったら数mm引き抜いて薬液を注入すれば問題ない。

表2 三角筋への筋注の方法

- ①接種者・被接種者ともに椅子に腰掛ける。
- ②被接種者の上肢は下垂位で（手を下に下ろす）、手は絶対に腰に当てない。
- ③三角筋の刺入部位は前後腋窩ひだ（前後腋窩線の頂点）を結ぶ線と肩峰から垂直に下ろした線の交点とする。

日本人における大腿前外側の皮下脂肪厚を検討した研究を筆者は確認できていないが、米国では大腿前外側筋注時に乳幼児・小児で25 mm以上の針、成人で38 mm針を選択するよう推奨している¹³⁾。

ワクチン接種時の个人防护具

筋注も皮下注も非観血手技に準ずるとみなして、使い捨て手袋は不要であり接種前後の手指衛生で十分と考えるのが一般的である¹⁴⁾。安全を考慮して手袋を使用しても何ら問題ないが、その場合は1対象者ごとに手袋を交換かつその前後で手指衛生を徹底すべきである。同一手袋を装着したまま手袋の上からアルコール消毒を行って複数人に連続接種する行為は、手袋が破損するおそれがあり¹⁵⁾かえって手指を不衛生にするため、避けるべきである。

※本稿で論文を引用した仲西康顕先生（奈良県立医科大学）には、筆者が所属する日本プライマリ・ケア連合学会ワクチンチームによる三角筋筋注手技の啓発に際して、多大なご指導をいただいた。同チームがYouTubeで公開している解説動画も仲西先生のご指導によるところが大きい。この場を借りて厚く御礼申し上げます^{16, 17)}。

引用・参考文献

- 1) 首相官邸. 新型コロナワクチンについて. <https://www.kantei.go.jp/jp/headline/kansensho/vaccine.html>
- 2) Atanasoff, S. et al. Shoulder injury related to vaccine administration (SIRVA). *Vaccine*. 28 (51), 2010, 8049-52.
- 3) Hesse, EM. et al. Shoulder Injury Related to Vaccine Administration (SIRVA) : Petitioner claims to the National Vaccine Injury Compensation Program, 2010-2016. *Vaccine*. 38 (5), 2020, 1076-83.
- 4) Bodor, M. et al. Vaccination-related shoulder dysfunction. *Vaccine*. 25 (4), 2007, 585-7.
- 5) Martín Arias, LH. et al. Risk of bursitis and other injuries and dysfunctions of the shoulder following vaccinations. *Vaccine*. 35 (37), 2017, 4870-6.
- 6) 城戸正喜ほか. 三角筋内の腋窩神経の走行. 肩関節. 20 (1), 1996, 27-9.
- 7) Nakatani, T. et al. Appropriate site for intramuscular injection in the deltoid muscle evaluated in 35 cadaverous arms. *Memoirs Health Sci. Med. Kanazawa Univ.* 24 (2), 2004, 27-31.
- 8) Nakajima, Y. et al. Establishing a new appropriate intramuscular injection site in the deltoid muscle. *Hum Vaccin Immunother.* 13 (9), 2017, 2123-9.
- 9) Choi, HR. et al. Axillary nerve injury caused by intradeltoid muscular injection : a case report. *J Shoulder Elb Surg.* 10 (5), 2001, 493-5.
- 10) 仲西康顕ほか. ワクチンの筋肉注射手技の国内における問題点 : 末梢神経損傷およびSIRVAについて. 中部日本整形外科災害外科学会雑誌. 64 (1), 2021, 1-9.
- 11) Beredjiklian, PK. et al. Isolated Radial Nerve Palsy Secondary to Influenza Vaccination : A Case Report with Imaging Correlation. <https://practicalneurology.com/articles/2012-sept-oct/isolated-radial-nerve-palsy-secondary-to-influenza-vaccination-a-case-report-with-imaging-correlation>
- 12) Nakajima, Y. et al. Anatomically safe sites for intramuscular injections : a cross-sectional study on young adults and cadavers with a focus on the thigh. *Hum Vaccin Immunother.* 16 (1), 2020, 189-96.
- 13) CDC. Vaccine Administration. <https://www.cdc.gov/vaccines/hcp/acip-recs/general-recs/administration.html>
- 14) WHO. Aide-memoire : Infection prevention and control (IPC) principles and procedures for COVID-19 vaccination activities. <https://www.who.int/publications/i/item/who-2019-ncov-vaccination-IPC-2021-1>
- 15) Garrido-Molina, JM. et al. Disinfection of gloved hands during the COVID-19 pandemic. *J Hosp Infect.* 107, 2021, 5-11.
- 16) 日本プライマリ・ケア連合学会ワクチンチーム. 新型コロナワクチン より安全な新しい筋注の方法2021年3月版. <https://www.youtube.com/watch?v=tA96CA6fjv8>
- 17) 日本プライマリ・ケア連合学会ワクチンチーム. 新型コロナワクチン より安全な新しい筋注の方法 ダイジェスト版. <https://www.youtube.com/watch?v=TwoMs0Bjldk>