

## // Schulterverletzung nach Impfung (SIRVA) //

R. STREIT

F. ROCHA

D. MENTZER

B. KELLER-STANISLAWSKI

(PEI)

**Impfungen werden am häufigsten per Injektion verabreicht. Hierbei wird der Impfstoff in den Muskel (intramuskulär), in die Haut (intradermal) oder unter die Haut (subkutan) gespritzt. Bei den meisten heute zugelassenen Impfstoffen erfolgt die Injektion intramuskulär. Der obere Bereich des M. deltoideus ist allgemein der Bereich, der sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern, die älter als 18 Monate sind, als Impfstelle bevorzugt wird. Im folgenden Beitrag wird über länger andauernde lokale Schmerzen und Bewegungseinschränkungen nach Injektion in den Oberarm bzw. die Schulterregion berichtet.**

Schmerzen, Rötung, Verhärtung und Schwellung an der Impfstelle sind in der Regel nicht schwerwiegende unerwünschte Reaktionen nach einer Impfung,<sup>1,2</sup> die zumeist nach wenigen Tagen auch ohne symptomatische Therapie vollständig abklingen. Diese lokalen Reaktionen machen etwa zehn Prozent aller aus Deutschland an das Paul-Ehrlich-Institut (PEI) berichteten unerwünschten Ereignisse nach Impfungen aus. Sehr selten werden jedoch auch länger andauernde lokale Schmerzen und Bewegungseinschränkungen nach Injektion in die Schulter- bzw. Oberarmregion berichtet. Diese Beschwerden sind seltene, aber klinisch relevante Komplikationen nach Impfung in den M. deltoideus.

### LITERATURÜBERSICHT

Die am häufigsten in der Literatur berichteten Komplikationen nach Impfung in den M. deltoideus sind Verletzungen der Bursa subdeltoidea/subacromialis<sup>3,4</sup>, des vorderen Astes des Nervus axillaris<sup>5</sup> und des Nervus radialis<sup>6</sup>. Darüber hinaus wurden als absolute Raritäten auch Fälle einer Osteonekrose des Humeruskopfes nach der Impfung berichtet.<sup>7,8</sup> Sie werden heute überwiegend unter dem Begriff der Schulterverletzung nach Impfung (SIRVA, shoulder injury related to vaccine administration) zusammengefasst. In der Literatur findet man auch die Beschreibung dieser Komplikation als „upper arm injury related to vaccine administration“ (UAIRVA).<sup>9</sup>

In 35 ausgewählten Literatur-Fallberichten mit SIRVA (siehe Tabelle 1) wird die Komplikation bei 25 Frauen und zehn Männern im Alter zwischen 22 und 89 Jahren beschrieben. Die Beschwerden beziehen sich auf Verletzungen der Bursa subacromialis, Bursa subdeltoidea, der Sehnen und Muskeln der Rotatorenmanschette, vor allem des M. supraspinatus. Die am häufigsten berichtete Diagnose war die Bursitis subacromialis (in 16 der 35 Fälle). Schäden am subchondralen Humerus wurden ebenfalls gemeldet. Die meisten Patienten entwickelten innerhalb weniger Stunden bis wenige Tage nach der Impfung Schmerzen mit eingeschränkter Beweglichkeit im Schultergelenk. In einzelnen Fällen traten die Symptome verzögert nach mehreren Tagen auf.

SIRVA wurde in Verbindung mit der Gabe verschiedener Impfstoffe berichtet: Bei 57 Prozent der Fälle handelte es sich um saisonale Influenzaimpfstoffe, gefolgt von Pneumokokkenimpfstoffen mit 14,3 Prozent, Diphtherie-Tetanus-Pertussis-Impfstoffen mit 11,4 Prozent, Human-Papilloma-Virus (HPV)-Impfstoffen und Diphtherie-Tetanus-Impfstoffen mit 5,7 Prozent und Hepatitis-A- und Tetanusimpfstoffen mit je 2,9 Prozent. In elf Einzelfallberichten wurde die genaue Stelle der Injektion in den Veröffentlichungen beschrieben. In acht von den elf Fällen findet sich der Hinweis, dass die Injektion hoch bzw. im oberen Drittel des M. deltoideus erfolgte.

Die beschriebenen Komplikationen sind offenbar auf eine versehentliche Injektion des Impfstoffes in die Bursa subacromialis bzw. die Synovia des Schultergelenkes zurückzuführen, weshalb die Assoziation

Tabelle 1: Übersicht von 35 ausgewählten Literatur-Fallberichten mit SIRVA (UAIRVA)

Bodor M et al. <sup>4</sup>	<b>71 J, w, PPSV23-Impfung</b> hoch in den M. deltoideus mit Schulterschmerzen und Bewegungseinschränkung im Arm 2 Tage p.v.; nach 6 Mon. wiederhergestellt; <b>Diagnostik</b> klinisch; <b>Therapie</b> Physiotherapie, Steroidinjektion und LA
	<b>89 J, m, saisonale Grippeimpfung</b> hoch in den M. deltoideus mit starken Schmerzen und Bewegungseinschränkung im Arm, Taubheit im Unterarm 2 Tage p.v.; nach 2 Mon. wiederhergestellt; <b>Diagnostik</b> Röntgen; <b>Therapie</b> Physiotherapie, Steroidinjektion und LA
McColgan BP et al. <sup>11</sup>	<b>73 J, w, PPSV23-Impfung</b> hoch in den M. deltoideus mit Schmerzen und Schwellung in der Schulter, Bewegungseinschränkung im Arm 2 h p.v.; Besserung der Symptome nach 2 Wochen; <b>Diagnostik</b> MRT; <b>Therapie</b> Physiotherapie; Antibiose; Arthroskopie
Kuether G et al. <sup>7</sup>	<b>48 J, w, Pandemriximpfung</b> im vorderen Anteil des M. deltoideus mit starken Schmerzen und lokaler Schwellung der Schulter mit Rötung und Verhärtung der Haut 2,5 h p.v.; Besserung der Symptome nach 5 Mon.; <b>Diagnostik</b> MRT; <b>Therapie</b> Physiotherapie, NSAR, Steroidinjektion
Uchida S et al. <sup>10</sup>	<b>45 J, w, HPV-Impfung</b> hoch in den M. deltoideus mit starken Schmerzen im gesamten linken Arm 20 min. p.v.; wiederhergestellt nach 6 Mon.; <b>Diagnostik</b> Röntgen und MRT; <b>Therapie</b> Steroidinjektionen; arthroskopisches Debridement
Floyd MW et al. <sup>13</sup>	<b>59 J, w, PPSV23-Impfung</b> in den M. deltoideus mit starken Schmerzen, Schwellung, Rötung und Bewegungseinschränkung der Schulter, Fieber 2 h p.v.; wiederhergestellt nach 3 Mon.; <b>Diagnostik</b> klinisch; <b>Therapie</b> Physiotherapie, Antibiose, arthroskopisches Debridement
Barnes MG et al. <sup>14</sup>	<b>22 J, w, saisonale Grippeimpfung</b> in die Mitte des M. deltoideus mit starken Schulterschmerzen und progressiver Bewegungseinschränkung 2 h p.v.; Ausgang der Komplikation nicht genannt; <b>Diagnostik</b> Ultraschall, Röntgen und MRT; <b>Therapie</b> Physiotherapie
Messerschmitt PJ et al. <sup>8</sup>	<b>46 J, m, saisonale Grippeimpfung</b> hoch in den M. deltoideus mit Schmerzen im Schultergelenk und Bewegungseinschränkung sofort p.v.; Besserung nach OP, wiederhergestellt nach 3 Jahren; <b>Diagnostik</b> Humeruskopfnekrose im MRT; <b>Therapie</b> NSAR, Ergotherapie, chirurgisches Debridement und Prothese des Humeruskopfes
Cook IF et al. <sup>5</sup>	<b>76 J, m, saisonale Grippeimpfung</b> hoch in den M. deltoideus mit starken Schmerzen und Bewegungseinschränkung im Arm sofort p.v.; wiederhergestellt nach 1 Mon.; <b>Diagnostik</b> Ultraschall; <b>Therapie</b> Steroidinjektion in Bursa
Salmon JH et al. <sup>15</sup>	<b>26 J, w, dT-IPV-Impfung</b> in das obere Drittel des M. deltoideus mit Schulterschmerzen und Bewegungseinschränkung 2 Tage p.v. mit Besserung nach 5 Mon.; <b>Diagnostik</b> Röntgen und MRT; <b>Therapie</b> NSAR, Steroide intraartikular
Degreef I et al. <sup>16</sup>	<b>73 J, w, Tetanusimpfung</b> in den M. deltoideus mit starken Schulterschmerzen und Bewegungseinschränkung sofort p.v.; wiederhergestellt nach 1 Mon.; <b>Diagnostik</b> klinisch und Ultraschall; <b>Therapie</b> Physiotherapie
	<b>54 J, m, saisonale Grippeimpfung</b> in den M. deltoideus mit starken Schulterschmerzen und Bewegungseinschränkung sofort p.v.; wiederhergestellt nach 3 Mon.; <b>Diagnostik</b> Röntgen und Ultraschall; <b>Therapie</b> Physiotherapie
	<b>36 J, w, Hepatitis-A-Impfung</b> in den M. deltoideus mit schmerzhaftem Mobilitätsverlust in der Schulter 24 h p.v.; Besserung nach 3 Mon.; <b>Diagnostik</b> Röntgen und Ultraschall; <b>Therapie</b> Physiotherapie
Okur G et al. <sup>17</sup>	<b>66 J, w, saisonale Grippeimpfung</b> in den M. deltoideus mit Armschmerzen, Schmerzzunahme bei Bewegung, Missempfindungen in der Hand sofort p.v.; wiederhergestellt nach 2,5 Jahren; <b>Diagnostik</b> MRT; <b>Therapie</b> keine
	<b>59 J, w, saisonale Grippeimpfung</b> in den M. deltoideus mit zunehmenden Arm- und Nackenschmerzen; wiederhergestellt nach 33 Tagen; <b>Diagnostik</b> MRT; <b>Therapie</b> NSAR
	<b>39 J, m, saisonale Grippeimpfung</b> in den M. deltoideus mit Schmerzen in der Schulter; keine Angaben zum Beginn; wiederhergestellt nach 5,5 Mon.; <b>Diagnostik</b> MRT, <b>Therapie</b> NSAR
Saleh ZM et al. <sup>18</sup>	<b>36a J, m, saisonale Grippeimpfung</b> in den M. deltoideus mit starken Schmerzen und Bewegungseinschränkung im Arm; keine Angaben zum Beginn; wiederhergestellt nach 2 Mon.; <b>Diagnostik</b> MRT; <b>Therapie</b> NSAR
	<b>67 J, m, Pneumokokkenimpfung</b> in laterale Region des M. deltoideus mit starken Schmerzen und Bewegungseinschränkung im Arm 24 h p.v.; wiederhergestellt nach 20 Mon.; <b>Diagnostik</b> MRT; <b>Therapie</b> NSAR und Steroid intraartikular
	<b>30 J, m, Grippeimpfung</b> in den M. deltoideus mit Schulterschmerzen und Bewegungseinschränkung sofort p.v.; keine Angaben zum Ausgang der Beschwerden; <b>Diagnostik</b> klinisch und Röntgen; <b>Therapie</b> NSAR und Cortison-Injektion
Cross GM et al. <sup>6</sup>	<b>69 J, w, saisonale Grippeimpfung</b> in den M. deltoideus mit starken Schmerzen, Schwellung, Steifheit im Arm 24 h p.v.; wiederhergestellt nach 1,5 Mon.; <b>Diagnostik</b> klinisch und Röntgen; <b>Therapie</b> Rehabilitation, NSAR
	<b>82 J, w, PPSV23-Impfung</b> 1 cm unterhalb des Acromions mit starken Schulterschmerzen und Bewegungseinschränkung 2 h p.v.; wiederhergestellt nach etwa 1 Mon.; <b>Diagnostik</b> Ultraschall; <b>Therapie</b> chirurgische Gelenkspülung, i. v. Antibiose
Atanasoff S et al. <sup>3</sup>	<b>23 J, w, dTaP-Impfung</b> in den M. deltoideus mit Schulterschmerzen und Bewegungseinschränkung 24 h p.v.; wiederhergestellt nach 3 Mon.; <b>Diagnostik</b> Ultraschall; <b>Therapie</b> NSAR, subacromiale Kortikosteroidinjektion
	Beschreibung einer Fallserie von 13 Fällen (siehe Fallserie von SIRVA in den USA)

SIRVA = shoulder injury related to vaccine administration; UAIRVA = Upper arm injury related to vaccine administration; PPSV23 = 23-valenter Pneumokokken-Polysaccharid-Impfstoff; DT = Diphtherie-Tetanus-Impfstoff; dTaP = Diphtherie-Tetanus-azellulärer Pertussisimpfstoff; dT-IPV = Diphtherie-Tetanus-inaktivierter Polioimpfstoff; HPV = Human-Papilloma-Virus-Impfstoff; MRI = Magnetresonanztomografie; NSAR = nicht steroidale antirheumatische Arzneimittel; LA = Lokalanästhetikum; Mon. = Monate; J = Jahre; w = weiblich; m = männlich; p. v. = post vaccination

mit bestimmten Impfstoffen eher sekundäre Relevanz zu haben scheint. Ultraschalluntersuchungen an gesunden Probanden legen nahe, dass Nadeln mit einer Länge von einem Zoll (25,4 mm) oder länger bei einigen Impfungen, insbesondere bei Erwachsenen mit einem reduzierten Fettpolster im Bereich des M. deltoideus, die Bursa oder andere Gewebe erreichen und verletzen können.<sup>2</sup> So haben Bodor und Montalvo<sup>4</sup> zwei Fälle mit lang andauernden Schulterschmerzen und Schwäche im geimpften Arm in Folge einer saisonalen Influenza- bzw. Pneumokokkenimpfung veröffentlicht, die im oberen Bereich des M. deltoideus appliziert worden waren. Aufgrund von Ultraschalluntersuchungen vermuten die Autoren, dass ein versehentlich in die Bursa subdeltoidea injizierter Impfstoff zu einer Entzündungsreaktion geführt hat und wegen der anatomischen Verbindung zur Bursa subacromialis auch eine Bursitis subacromialis bzw. eine Tendinitis bicipitalis und Entzündung der Schultergelenkkapsel zur Folge hatte.

### FALLSERIE VON SIRVA AUS USA

Atanasoff et al.<sup>3</sup> hat eine Fallserie von SIRVA aus dem Programm zur Kompensation von Impfschäden (Vaccine Injury Compensation Programs, VICP) in den USA, die zwischen 2006 und 2010 bewertet worden waren, zusammengefasst. Die Autoren beschreiben 13 SIRVA-Fälle, wovon in elf Fällen Frauen betroffen sind (85 % der Fälle). In acht Fällen (62 %) wurde ein saisonaler Influenzaimpfstoff verabreicht. In zwölf Fällen traten die Symptome unmittelbar oder innerhalb von 24 Stunden nach der Impfung auf. Auffällig ist, dass bei 85 Prozent aller Patienten die Komplikationen bei einer Wiederholungsimpfung auftraten. Daher vermuten die Autoren eine immunvermittelte Reaktion bei vorbestehenden Antikörpern im Sinne einer Arthus-Reaktion. Andere Autoren diskutieren zusätzlich die Bedeutung des Adjuvanz eines Impfstoffes als Auslöser für die Beschwerden.<sup>10</sup>

McColgan et al.<sup>11</sup> berichteten über einen Fall von pseudoseptischer Arthritis in Folge einer versehentlich intraartikulär injizierten Pneumokokkenimpfung und stellten die Hypothese auf, dass auf Grund der multivalenten Zusammensetzung Pneumokokkenimpfstoffe eine noch bedeutendere Entzündungsreaktion im Gelenk (nach intraartikulärer Injektion) induzieren können. Auch unterstützen sie die Annahme, dass die Reaktogenität eines Impfstoffes Einfluss auf die Intensität der SIRVA-Reaktion haben kann.<sup>10</sup>

Zusätzliche Risikofaktoren für schwerwiegende Schultertraumata sind individuelle Faktoren wie geringer Body-Mass-Index, geringe Muskelmasse des M. deltoideus sowie bei Männern ein im Vergleich zu Frauen reduziertes Fettpolster im Bereich des M. deltoideus.<sup>4,12</sup>

### AUSWERTUNG DER MELDUNGEN VON VERDACHTSFÄLLEN EINER NEBENWIRKUNG BZW. IMPFKOMPLIKATION AN DAS PEI

Das PEI hat in der Datenbank zur Erfassung von Verdachtsfällen einer Impfkomplication bzw. Nebenwirkung, die dem PEI aus Deutschland gemeldet wurden, eine Abfrage durchgeführt. Es wurde in dem Zeitraum von 2001 bis Juni 2016 nach Verdachtsmeldungen gesucht, die dem Symptombild SIRVA entsprechen könnten. Für die Recherche in der Datenbank wurden alle in Deutschland in dem Zeitraum zugelassenen Impfstoffe berücksichtigt und mit den folgenden Symptomen gemäß der MedDRA-Kodierung (Preferred Term) kombiniert:

- Schmerz in einer Extremität
- Gelenkschmerzen an der Impfstelle
- Schmerzen des Muskel- und Skelettsystems
- eingeschränkte Gelenkbeweglichkeit
- Gelenkschmerzen an der Injektionsstelle

- Bewegungseinschränkung eines Gelenkes an der Injektionsstelle
- Gelenksverletzung
- Verletzung der Gliedmaßen
- Gelenksteifigkeit
- Bursitis
- Neuralgie
- Neuritis
- Brachial-Radikulitis
- Schädigung des Plexus brachialis
- Rotatorensyndrom der Schulter
- Synovitis
- Tendinitis
- Tendosynovitis

Die Abfrage in der Datenbank ergab mehr als 3.000 Fallmeldungen in dem gewählten Zeitraum von 15 Jahren, bei denen eine oder mehrere der aufgeführten Reaktionen berichtet wurden. Diese Fallmeldungen wurden dahingehend überprüft, ob länger anhaltende Reaktionen (v. a. langanhaltende Schmerzsymptomatik) in den Berichten enthalten sind oder ob pathophysiologische bzw. diagnostische Hinweise auf eine Entzündung in der betroffenen Schulterregion (z. B. in der Bursa subacromialis oder subdeltoidea) vorliegen. Mit dieser Eingrenzung wurden in der Auswertung 313 Verdachtsmeldungen identifiziert, die zunächst als potenzielle SIRVA-Fälle eingestuft wurden. Die hier am häufigsten berichteten Symptome waren Schmerzen an der Injektionsstelle bzw. Schmerzen in den Extremitäten (Schulter) und verringerte Gelenkbeweglichkeit mit Schmerzen bei der Bewegung.

Darüber hinaus wurde in einigen Fällen auch über Symptome wie Taubheit, Brennen und Schwäche in den Gliedmaßen berichtet, die klinische Hinweise auf eine mögliche Nervenverletzung geben. Für nur 59 dieser 313 Verdachtsfälle konnte aufgrund vorliegender bildgebender bzw. klinischer Untersuchungsergebnisse die Symptomatik als SIRVA bestätigt werden.

In 40 der 59 SIRVA-Fälle wurde eine Bursitis diagnostiziert. Als weitere Diagnosen wurden Tendinitis, Synovitis, Tendovaginitis, Entzündung des Schultergelenkes, Osteomyelitis, Fasziiitis, aseptische Humeruskopfnekrose, Gelenkschwellung und Gelenkerguss angegeben.

Im Vergleich zur Gesamtzahl von ca. 35.000 berichteten Verdachtsfällen von Impfkomplicationen aus Deutschland im gleichen Zeitraum ist die Zahl der möglichen SIRVA-Fälle mit 59 im gewählten Zeitraum von etwa 15 Jahren nicht unbedeutend. Auch wenn diese Fälle im Zusammenhang mit verschiedenen Impfstoffen berichtet wurden, sind die meisten Verdachtsfallmeldungen von SIRVA entweder im Zusammenhang mit einem saisonalen oder pandemischen Grippeimpfstoff berichtet worden. Am ehesten erscheint hierfür die Anzahl der Impfungen in dem untersuchten Zeitraum und der untersuchten Altersgruppen eine plausible Erklärung zu bieten.

### **IMPFTECHNIK ZUR VERMEIDUNG VON SIRVA**

Es gibt verschiedenste Empfehlungen zur adäquaten Impftechnik. Das Risiko für die Impfkomplication SIRVA soll mit der von Cross et al.<sup>6</sup> beschriebenen Injektionstechnik verringert werden. Hierbei sollte für die Injektion bei einem in 60 Grad abduzierten Arm der Bereich in der Mitte zwischen dem Acromion



**Abbildung:**  
**Ermittlung der Injektionsstelle zur Vermeidung von SIRVA; Beschreibung siehe Fließtext**

Quelle: PEI

und Tuberositas deltoidea ausgewählt werden. Zusätzlich wird empfohlen, dass die zu impfende Person im Sitzen die Hand auf die Hüfte der gleichen Seite legen soll und der impfende Arzt den Zeigefinger auf dem Acromion platziert und den Daumen auf die Tuberositas deltoidea legt, um in der Mitte zwischen Zeigefinger und Daumen die Injektion zu setzen (siehe Foto). Die Autoren vermuten, dass die Platzierung der Hand auf der Hüfte der gleichen Seite nicht nur den M. deltoideus entspannt, sondern auch bei adipösen Patienten dazu beiträgt, die Tuberositas deltoidea leichter zu erkennen.<sup>9</sup>

### FAZIT

Basierend auf der Auswertung von Literaturdaten sowie der gemeldeten Verdachtsfälle einer Impfkomplication an das PEI im Zeitraum 2001 bis Juni 2016 erscheinen länger andauernde, schmerzhafte Bewegungseinschränkungen im Schulterbereich nach Injektion unterschiedlichster Impfstoffe eine sehr seltene Impfkomplication zu sein. Die Komplication ist offenbar durch versehentliche Verletzung anatomischer Strukturen im Schulterbereich bei der intramuskulären Injektion in den M. deltoideus verursacht.

Personen, die nach Verabreichung einer Impfung ohne vorherige Geschichte eines Traumas oder Krankheit in der Schulterregion persistierende Schmerzen mit konsekutiver Bewegungseinschränkung in der Schulter entwickeln, sollten einen Arzt aufsuchen. Im Rahmen der Differenzialdiagnose sollte SIRVA in Erwägung gezogen werden.<sup>6</sup> Die bildgebende Diagnostik erscheint als zuverlässigste Methode, um SIRVA gegenüber anderen neurologischen bzw. altersbedingten degenerativen muskuloskelettalen Erkrankungen abzugrenzen.

**Zur Vermeidung von Komplikationen in der Schulterregion sollte bei Impfungen die Injektion nicht in den oberen Bereich des M. deltoideus erfolgen, da hier das Risiko einer versehentlichen Verletzung der Bursa subacromialis besteht.**

### REFERENZEN

1. Cook IF et al.: Reactogenicity and immunogenicity of an inactivated influenza vaccine administered by intramuscular or subcutaneous injection in elderly adults. *Vaccine*. 2006; 24:2395-2402

2. Cook IF et al.: Comparative reactogenicity and immunogenicity of 23 valent pneumococcal vaccine administered by intramuscular or subcutaneous injection in elderly adults. *Vaccine*. 2007; 25:4767-4774

3. Atanasoff S et al.: Shoulder injury related to vaccine administration (SIRVA). *Vaccine*. 2010; 28:8049-8052

4. Bodor M et al.: Vaccination-related shoulder dysfunction. *Vaccine*. 2007; 25:585-587

5. Cook IF: Subdeltoid/subacromial bursitis associated with influenza vaccination. *Hum Vaccin Immunother*. 2014; 10(3):605-606

6. Cross GM et al.: 2016 Don't aim too high: Avoiding shoulder injury related to vaccine administration. *Royal Australian College of General Practitioners*. 2016; 45(5):303-306

7. Kuether G et al.: Atraumatic osteonecrosis of the humeral head after influenza A-(H1N1)v-2009 Vaccination. *Vaccine*. 2011; 29(40):6830-6833

8. Messerschmitt PJ et al.: Progressive Osteolysis and Surface Chondrolysis of the Proximal Humerus Following Influenza Vaccination. *Orthopedics*. 2012; e283-286

9. Cook IF: An evidence based protocol for the prevention of upper arm injury related to vaccine administration (UAIRVA). *Human Vaccines*. 2001; 7(8): 845-848

10. Uchida S et al.: Subacromial bursitis following human papilloma virus vaccine misinjection. *Vaccine*. 2012; 31(1):27-30

11. McColgan BP et al.: Pseudo-septic arthritis after accidental intra-articular deposition of the pneumococcal polyvalent vaccine: A case report. *Am J Emerg Med*. 2007; 25(7):864.e1-3

12. Poland GA et al.: Determination of deltoid fat pad thickness. Implications for needle length in adult immunization. *JAMA*. 1997; 277(21):1709-1711

13. Floyd MW et al.: Pseudoseptic arthritis of the shoulder following pneumococcal vaccination. *Orthopedics*. 2012; 35(1):e101-103

14. Barnes MG et al.: A 'needling' problem: Shoulder injury related to vaccine administration. *J Am Board Fam Med*. 2012; 25(6):919-922

15. Salmon JH et al.: Bone erosion and subacromial bursitis caused by diphtheria-tetanus-poliomyelitis vaccine. *Vaccine*. 2015; 33:6152-6155

16. Degreef I et al.: Post-vaccination frozen shoulder syndrome. Report of 3 cases. *Acta Chir Belgi*. 2012; 112(6):447-449

17. Okur G et al.: Magnetic resonance imaging of abnormal shoulder pain following influenza vaccination. *Skeletal Radiol*. 2014; 43(9):1325-1331

18. Saleh ZM et al.: Onset of Frozen Shoulder Following Pneumococcal and Influenza Vaccinations. *J Chiropr Med*. 2015; 14(4):285-289