

Dr. med. Dr. scient. med. Jürg Eichhorn

Allgemeine Innere Medizin FMH

Praxis für Allgemeine und Komplementärmedizin

Traditionelle Chinesische Medizin ASA
Manuelle Medizin SAMM
F.X. Mayr-Arzt (Diplom)
CAS - Genomisch-klinische Medizin
Wissenschaftliches Doktoratsstudium (UFL)_

Sportmedizin SGSM
Ernährungsheilkunde SSAAMP
Anti-Aging Medizin
Thermographie (ThermoMed-ISTT)

Neuraltherapie SANTH & SRN
Orthomolekulärmedizin SSAAMP
applied kinesiology ICAK-D & ICAK-A

Version 14. Juni 2026

Tätowierung - Sarkoidose

Fallvorstellung:

Sportliche Patientin mit zahlreichen, auch farbigen Tattoos und neurologischen Störungen

Mögliche Zusammenhänge

Fon
Adresse
E-Mail

+41 (0)71 350 10 20
Im Lindenhof
drje49@gmail.com

Bahnhofstr. 23
www.ever.ch

CH-9100 Herisau

Inhalt

INHALT	1
1 MÖGLICHE ZUSAMMENHÄNGE MIT TATTOOS	3
1.1 Chronische Entzündungsreaktion auf Tattoo-Pigmente	3
1.2 Sarkoidose	3
1.3 Schwermetallbelastung	4
1.4 Autoimmun/inflammatorisches Syndrom (ASIA-Syndrom)	4
2 DIAGNOSTIK	5
2.1 Labor	5
2.2 Bildgebung	5
2.3 Neurologisch	5
2.4 Weitere Abklärung	5
3 THERAPIE	6
3.1 Bei Neurosarkoidose	6
3.2 Bei toxischer Belastung	6
3.3 Bei entzündlicher Neuropathie	6
3.4 Tattoo-Entfernung?	6
4 DIFFERENZIALDIAGNOSEN	7
4.1 Bindegewebserkrankung / Ehlers-Danlos-Syndrom (EDS)	7
4.2 Multiple Sklerose oder andere entzündliche ZNS-Erkrankung	7
4.3 Neurosarkoidose	7
4.4 Chronisch entzündliche Neuropathien	8
4.5 Mitochondriale oder genetische Erkrankungen	8
5 WIE WAHRSCHEINLICH SIND DIE TATTOOS ALS URSACHE?	9
6 LABORANALYTIK	10
7 DIFFERENTIALDIAGNOSTISCH MÖGLICHERWEISE PASSEND	11
7.1 Bindegewebsschwäche	11
7.2 Proteinmangel	11
8 BEI VEGETARISCHER ERNÄHRUNG	12
9 DER VERLAUF WIRFT FRAGEN AUF	13
9.1 Wichtige Differenzialdiagnosen	13
9.2 Wichtige Fragestellungen	13
10 SARKOIDOSE	14
10.1 Definition	14
10.2 Ursache	14
10.3 Typische Symptome	15
10.4 Diagnostik	16
10.4.1 Labor	16
10.4.2 Röntgen/CT Thorax	16

10.4.3	MRT.....	16
10.4.4	Histologie (Goldstandard).....	16
11	TATTOO-SARKOIDOSE	17
11.1	Therapie.....	17
11.2	Prognose.....	17
11.3	Warum Sarkoidose im vorliegenden Fall mitbedacht werden sollte.....	18
12	SARKOIDOSE - SCHLÜSSELPUBLIKATIONEN	19
12.1	Grundlegende Definition und Diagnostik	19
12.2	Definition, Diagnostik, Therapie	19
12.3	Neurosarkoidose.....	19
12.4	Tattoos, Granulome, Sarkoidose	19
12.5	Differenzialdiagnosen im vorliegenden Fall.....	20
13	LITERATUR	21

1 Mögliche Zusammenhänge mit Tattoos

Tätowierungen können in seltenen Fällen systemische Nebenwirkungen verursachen, aber eine progrediente Schädigung von peripheren Nerven, Rückenmark und Gehirn ist durch Tattoos allein bislang nicht als typisches Krankheitsbild belegt.

Bei einer Patientin mit zahlreichen Tattoos und fortschreitenden neurologischen Defiziten müssen folgende Möglichkeiten in Betracht gezogen werden

1.1 Chronische Entzündungsreaktion auf Tattoo-Pigmente

Tattoo-Farben enthalten u. a. Metalle (Nickel, Chrom, Kobalt), organische Farbstoffe und Nanopartikel. Diese können in regionale Lymphknoten und möglicherweise auch systemisch gelangen.

Beschrieben sind

- Chronische Entzündungsreaktionen
- Granulomatöse Reaktionen
- Sarkoidoseähnliche Erkrankungen
- Autoimmunphänomene

1.2 Sarkoidose

Tattoos können

- granulomatöse Reaktionen entwickeln
- Manifestationsort einer Sarkoidose sein

Eine Sarkoidose kann betreffen

- Haut
- Lunge
- periphere Nerven
- Gehirn (Neurosarkoidose)
- Rückenmark

Die Kombination aus neurologischer Progredienz und Tattoo-Reaktionen sollte an eine Neurosarkoidose denken lassen.

1.3 Schwermetallbelastung

Einige ältere Farben enthalten

- Quecksilber
- Cadmium
- Chrom
- Kobalt
- Blei

Mögliche Folgen

- Polyneuropathie
- kognitive Störungen
- Enzephalopathie

Dies ist heute selten, sollte aber ausgeschlossen werden.

1.4 Autoimmun/inflammatorisches Syndrom (ASIA-Syndrom)

Diskutiert wird eine Immunaktivierung durch Fremdmaterialien.

Mögliche Symptome

- Fatigue
- Polyneuropathien
- Myalgien
- Autoimmunerkrankungen

Die wissenschaftliche Evidenz ist allerdings begrenzt.

2 Diagnostik

2.1 Labor

- Blutbild
- CRP, BSG
- ANA
- ENA
- ANCA
- Rheumafaktor
- CCP
- ACE
- löslicher IL-2-Rezeptor
- Kalzium
- Vitamin B12
- Kupfer
- Zink
- Schwermetall-Screening (Blut/Urin)

2.2 Bildgebung

- MRT Schädel mit KM
- MRT Rückenmark mit KM

2.3 Neurologisch

- ENG/EMG
- ggf. Hautbiopsie (Small-Fiber-Neuropathie)

2.4 Weitere Abklärung

- CT Thorax
- FDG-PET

zum Ausschluss einer systemischen Sarkoidose

3 Therapie

Die Therapie richtet sich nach der Ursache

3.1 Bei Neurosarkoidose

1. Prednison
2. Methotrexat oder Azathioprin
3. bei schweren Fällen: -Infliximab
-Adalimumab

3.2 Bei toxischer Belastung

- Expositionsstopp
- ggf. spezifische Ausleitung nur bei nachgewiesener Belastung

3.3 Bei entzündlicher Neuropathie

- Kortikosteroide
- IVIG (Intravenöse Immunglobuline)
- Immunsuppressiva je nach Ursache

3.4 Tattoo-Entfernung?

Eine Laserentfernung ist bei Verdacht auf eine systemische Immunreaktion umstritten, da Pigmente freigesetzt werden können. Daher nur nach genauer Diagnose und interdisziplinärer Beurteilung.

Bei der vorliegenden Konstellation ist nicht unbedingt primär von einer Tattoo-Toxizität auszugehen. Das klinisch Bild spricht eher für eine systemische Erkrankung als für eine direkte Nebenwirkung von Tätowierungen.

Im vorliegenden Fall

- zunächst LWS-Probleme
- mehrere Wirbelsäulenoperationen
- auffallend „schlechtes Gewebe“ (Kollagenmangel? Therapeutisch Kollagenpeptide empfehlenswert)
- progrediente neurologische Verschlechterung
- spätere Hirnprobleme
- intermittierend Rollstuhlpflichtigkeit

4 Differenzialdiagnosen

4.1 Bindegewebserkrankung / Ehlers-Danlos-Syndrom (EDS)

Der Hinweis auf „schlechtes Gewebe“ macht hellhörig

Typische Merkmale

- Bandscheibenprobleme in jungen Jahren
- schlechte Wundheilung
- Operationskomplikationen
- Gelenkhypermobilität
- Instabilitäten der Wirbelsäule
- neurologische Symptome durch Kompressionen

Bei manchen Patienten entstehen später

- autonome Dysfunktion (POTS)
- Fatigue
- kognitive Beschwerden („Brain Fog“)

4.2 Multiple Sklerose oder andere entzündliche ZNS-Erkrankung

Falls die „Hirnprobleme“ auf MRT-Läsionen beruhen.
Differenzialdiagnostisch:

- Multiple Sklerose
- Neuromyelitis-optica-Spektrum-Erkrankung
- MOG-Antikörper-assoziierte Erkrankung

4.3 Neurosarkoidose

Hier besteht tatsächlich ein möglicher Zusammenhang mit Tattoos.
Tattoo-Granulome können gelegentlich der erste Hinweis auf eine systemische Sarkoidose sein.
Neurologische Manifestationen:

- Hirnläsionen
- Myelitis
- Hirnnervenausfälle
- Polyneuropathien
- Sarkoidose

4.4 Chronisch entzündliche Neuropathien

- Chronisch inflammatorische demyelinisierende Polyneuropathie
- Autoimmunneuropathien
- Small-Fiber-Neuropathie

4.5 Mitochondriale oder genetische Erkrankungen

Bei Beginn in relativ jungen Jahren und schleichender Progredienz ebenfalls denkbar.

5 Wie wahrscheinlich sind die Tattoos als Ursache?

Nach heutigem Wissensstand

- Direkte Hirnschädigung durch Tattoo-Pigmente: Sehr unwahrscheinlich
- Direkte Ursache einer schweren Rollstuhlpflichtigkeit: Sehr unwahrscheinlich
- Möglicher Trigger einer Immunreaktion oder Sarkoidose: Möglich, aber selten

→ **Tattoos eher Hinweisgeber auf eine zugrunde liegende Immunerkrankung als eigentliche Ursache**

6 Laboranalytik

- MRT Gehirn
- MRT gesamte Wirbelsäule
- Liquorbefund
- Histologie des „schlechten Gewebes“
- Histologie eventuell entzündeter Tattoos
- ACE und löslicher IL-2-Rezeptor
- ANA, ENA, ANCA
- ENG/EMG
- genetische Abklärung auf EDS bzw. andere Bindegewebserkrankungen

Die Kombination aus jungem Alter, auffälligem Gewebe, mehrfachen Operationen und neurologischer Progression lässt stärker an eine Bindegewebs- oder Autoimmunerkrankung denken als an eine reine Tattoo-Nebenwirkung.

7 Differentialdiagnostisch möglicherweise passend

7.1 Bindegewebsschwäche

- Angeborene Kollagenstörungen (z. B. Ehlers-Danlos-Syndrom) können zu frühzeitigen Bandscheibenproblemen, Gelenkinstabilitäten und ungünstigen Operationsergebnissen führen
- Auch ohne genetisches Syndrom gibt es Menschen mit auffallend schwachem Bindegewebe

7.2 Proteinmangel

- Ein schwerer Eiweissmangel kann die Wundheilung verschlechtern
- Niedrige Zufuhr von essenziellen Aminosäuren kann den Aufbau von Kollagen, Muskeln und Bindegewebe beeinträchtigen
- Proteinmangel verursacht normalerweise keine progrediente Hirnschädigung

8 Bei vegetarischer Ernährung

Mögliche Mangelzustände sollten Betracht gezogen werden

- Vitamin B12
- Kupfer
- Vitamin D
- Eisen
- Zink
- Kollagenmangel

Insbesondere Vitamin-B12- und Kupfermangel können neurologische Störungen mit Gangunsicherheit, Myelopathie und Polyneuropathie verursachen.

9 Der Verlauf wirft Fragen auf

1. Sportverletzung
2. LWS-Probleme
3. mehrere Operationen
4. zunehmende neurologische Defizite
5. Hirnbeteiligung
6. Rollstuhl

Die genannten Punkte passen nicht gut zu einem reinen Kollagen- oder Proteinmangel.

Oft ist der Unfall dann eher der Auslöser der Diagnostik, während die eigentliche Erkrankung bereits im Hintergrund bestand.

9.1 Wichtige Differenzialdiagnosen

- Multiple Sklerose
- Sarkoidose
- Chronisch inflammatorische demyelinisierende Polyneuropathie
- Ehlers-Danlos-Syndrom
- Vitamin-B12- oder Kupfermangelmyelopathie
- Seltene mitochondriale oder genetische Erkrankungen

9.2 Wichtige Fragestellungen

- Wie schnell verlief die Verschlechterung?
- Welche „Hirnprobleme“ bestehen genau?

-Gedächtnis?
 -Konzentration?
 -Sprachstörungen?
 -MRT-Läsionen?

- Liegen Blasen- oder Darmstörungen vor?
- Bestehen Schmerzen, Taubheitsgefühle oder Lähmungen?
- Gibt es Zeichen einer Hypermobilität (überstreckbare Gelenke, häufige Luxationen)?
- Wurden Vitamin B12, Holotranscobalamin, Methylmalonsäure und Kupfer bestimmt?

10 Sarkoidose

10.1 Definition

Die Sarkoidose ist eine entzündliche Multisystemerkrankung unbekannter Ursache, die durch die Bildung von nichtverkäsenden Epitheloidzellgranulomen in verschiedenen Organen gekennzeichnet ist.

Ein Granulom ist ein kleiner entzündlicher Zellknoten aus

- Makrophagen (Epitheloidzellen)
- Riesenzellen
- T-Lymphozyten

Im Gegensatz zur Tuberkulose zeigen Sarkoidose-Granulome normalerweise keine zentrale Verkäsung (Nekrose).

Tabelle 1 Häufigkeit betroffener Organe

Organ	Häufigkeit
Lunge	>90%
Hiläre Lymphknoten	>90%
Haut	20–35%
Augen	20–30%
Leber	20–30%
Nervensystem	5–15%
Herz	2–10%

10.2 Ursache

Die genaue Ursache ist bis heute unbekannt.

Vermutet wird

- Genetische Veranlagung
- Überschiessende Immunantwort
- Auslösung durch Umweltantigene

Diskutiert werden

- Mykobakterien
- Propionibakterien
- Metallpartikel
- Staubexpositionen
- Tattoo-Pigmente

Keiner dieser Auslöser konnte bisher eindeutig bewiesen werden.

10.3 Typische Symptome

Allgemein

- Müdigkeit
- Leistungsknick
- Gewichtsverlust
- Nachtschweiss
- Subfebrile Temperaturen

Lunge

- Trockener Husten
- Belastungsdyspnoe
- Thoraxschmerzen

Haut

- Erythema nodosum
- Lupus pernio
- Granulome in Narben
- Granulome in Tattoos

Augen

- Uveitis
- Verschwommenes Sehen
- Lichtempfindlichkeit

Nervensystem (Neurosarkoidose)

- Hirnnervenausfälle
- Kopfschmerzen
- Krampfanfälle
- Myelitis
- Polyneuropathie
- Kognitive Störungen

10.4 Diagnostik

10.4.1 Labor

Oft erhöht

- ACE
- löslicher IL-2-Rezeptor
- Neopterin
- Kalzium

Normale Werte schliessen eine Sarkoidose jedoch nicht aus.

10.4.2 Röntgen/CT Thorax

Typisch:

- beidseitige Hiluslymphknotenvergrößerung

10.4.3 MRT

Bei Neurosarkoidose:

- Hirn- und Rückenmarksläsionen
- Meningeale Kontrastmittelaufnahme

10.4.4 Histologie (Goldstandard)

Nachweis von:
nichtverkäsenden Epitheloidzellgranulomen
z. B. aus:

- Haut
- Lymphknoten
- Lunge

11 Tattoo-Sarkoidose

Besonders interessant: Granulome können Jahre nach einer Tätowierung entstehen.

Typisch

- Verhärtung des Tattoos
- Schwellung
- Rötung
- Knotenbildung

Manchmal ist dies der erste Hinweis auf eine systemische Sarkoidose.

11.1 Therapie

Leichte Formen

Oft nur Beobachtung

Organbefall

1. Prednison
2. Steroidsparende Therapie: -Methotrexat
-Azathioprin
-Mycophenolat
3. Schwere Neurosarkoidose: -Infliximab
-Adalimumab
-Rituximab (Einzelfälle)

11.2 Prognose

- Etwa 60–70% haben eine spontane Besserung
- 20–30% entwickeln einen chronischen Verlauf
- Neurosarkoidose und Herzsarkoidose gehören zu den schwersten Verlaufsformen

11.3 Warum Sarkoidose im vorliegenden Fall mitbedacht werden sollte

Die Kombination aus

- vielen Tattoos
- möglicher Gewebereaktion
- progredienten neurologischen Symptomen
- möglicher Hirnbeteiligung

macht eine Sarkoidose zwar keineswegs sicher, aber sie gehört zu den Erkrankungen, die man aktiv ausschliessen sollte.

Besonders hilfreich wären Informationen zu

- Hautveränderungen in den Tattoos
- Thorax-CT
- ACE/sIL-2R
- MRT von Gehirn und Rückenmark
- sowie eine eventuelle Biopsie

12 Sarkoidose - Schlüsselpublikationen

Definition, Diagnostik, Neurosarkoidose, Therapie und möglicher Zusammenhang mit Tattoos

12.1 Grundlegende Definition und Diagnostik

Die aktuelle ATS-Leitlinie definiert die drei diagnostischen Hauptkriterien:

Kompatible Klinik, nicht-nekrotisierende Granulome und Ausschluss anderer Ursachen [2]

- Klassische Konsensusdefinition der Sarkoidose [17]
- Gute klinische Übersicht [18]
- Neurosarkoidose: Eine der wichtigsten aktuellen Übersichtsarbeiten [4]
- Neurosarkoidose: Umfassender aktueller Review [5]
- Neurosarkoidose: Moderne Übersicht zu Diagnostik und neuen Therapien [19]
- Gute Zusammenfassung von Steroiden, Methotrexat und Infliximab [20]
- Granulombildung in Tattoos, Tattoo-induzierte oder Tattoo-assoziierte Sarkoidose, Fälle mit späterer systemischer Beteiligung [6,21]

12.2 Definition, Diagnostik, Therapie

- Die ATS definiert die Diagnose über kompatible Klinik, nicht-nekrotisierende Granulome und Ausschluss anderer Ursachen [2]
- Wichtigste europäische Therapieleitlinie. Therapieindikation bei Organfunktionsrisiko oder relevanter Lebensqualitätsminderung [3]
- Praxisnahe pneumologische Diagnostik und Verlaufskontrolle [1]

12.3 Neurosarkoidose

- Sehr wichtig für MRT, Liquor, Differenzialdiagnose und Therapie [4]
- Aktueller Review: Diagnose über Klinik, Neuroimaging, Liquor und systemische Sarkoidose. Abgrenzung zu MS bleibt schwierig [5]

12.4 Tattoos, Granulome, Sarkoidose

- Klassischer Review: granulomatöse Tattoo-Reaktionen können erste oder einzige kutane Manifestation einer systemischen Sarkoidose sein [6]
- Sehr relevant: Papulonoduläre Reaktionen in schwarzen Tattoos wurden als Marker für Sarkoidose gewertet [7]
- Zeigt Migration und Langzeitablagerung von Tattoo-Pigmenten bzw. toxischen Elementen in Lymphknoten [8]
- Übersicht zu Infektionen, Allergien, Fremdkörperreaktionen und granulomatösen Reaktionen [9]
- Systematische dermatologisch-histopathologische Übersicht der Tattoo-Komplikationen [10]

12.5 Differenzialdiagnosen im vorliegenden Fall

- Kupfermangel ist eine behandelbare Ursache einer nicht-kompressiven Myelopathie und kann B12-Mangel imitieren [11]
- Klinisch wichtig: neurologische Verschlechterung kann auch ohne ausgeprägte hämatologische Zeichen auftreten [12]
- B12-Mangel kann Myelopathie, Polyneuropathie und kognitive Symptome verursachen [16]
- EDS kann mit Chiari, kraniozervikaler Instabilität, segmentaler Instabilität, Tarlov-Zysten, Tethered Cord und Wundheilungsproblemen assoziiert sein [13]
- Gute Übersicht zu neurologischen und spinalen Problemen bei EDS [14]
- Relevant bei Hirnstamm-/Kopfsymptomen, Dysautonomie, Schwäche und komplexen neurologischen Beschwerden [15]

13 Literatur

1. Muhunthan Thillai, Christopher P Atkins, Anjali Crawshaw, Simon P Hart, Ling-Pei Ho, Vasileios Kouranos, Karen Patterson, Nicholas J Screaton, Joanna Whight, Athol U Wells. BTS Clinical Statement on pulmonary sarcoidosis. British Thoracic Society. 2020. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026].
[file:///C:/Users/Eichhorn/Downloads/BTS%20Sarcoidosis%20Clinical%20Statement%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Eichhorn/Downloads/BTS%20Sarcoidosis%20Clinical%20Statement%20(2).pdf)
2. Elliott D Crouser, Lisa A Maier, Kevin C Wilson, Catherine A Bonham, Adam S Morgenthau, Karen C Patterson, Eric Abston, Richard C Bernstein, Ron Blankstein, Edward S Chen, Daniel A Culver, Wonder Drake, Marjolein Drent, Alicia K Gerke, Michael Ghobrial, Praveen Govender, Nabeel Hamzeh, W Ennis James, Marc A Judson, Liz Kellermeyer, Shandra Knight, Laura L Koth, Venerino Poletti, Subha V Raman, Melissa H Tukey, Gloria E Westney. Diagnosis and Detection of Sarcoidosis. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med.* 2020 Apr 15;201(8):e26–e51. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026].
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7159433/>
3. Robert P. Baughman, Dominique Valeyre, Peter Korsten, Alexander G. Mathioudakis, Wim A. Wuyts, Athol Wells, Paola Rottoli, Hilaro Nunes, Elyse E. Lower, Marc A. Judson, Dominique Israel-Biet, Jan C. Grutters, Marjolein Drent, Daniel A. Culver, Francesco Bonella, Katerina Antoniou, Filippo Martone, Bernd Quadder, Ginger Spitzer, Blin Nagavci, Thomy Tonia, David Rigau, Daniel R. Ouellette. ERS clinical practice guidelines on treatment of sarcoidosis. *European Respiratory Journal* 2021 58(6): 2004079. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026]. <https://publications.ersnet.org/content/eri/58/6/2004079>
4. Michael J. Bradshaw, Siddharama Pawate, Laura L. Koth, Tracey A. Cho, Jeffrey M. Gelfand. Neurosarcoidosis. Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. *Neurology access journal.* November 2021 issue 8 (6) e1084. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026].
<https://www.neurology.org/doi/10.1212/NXI.0000000000001084>
5. Tanya Sinha, Sohaira Tahir, FNU Namal, FNU Vineesha, FNU Warsha, Zeeshan Ahmed, Syed Faqeer, Hussain Bokhari, Muhammad Haris, Muhammad Mudasser Khan Neurosarcoidosis. *Current Perspectives on Diagnosis, Management, and Future Directions.* *Cureus.* 2024. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026]. https://assets.cureus.com/uploads/review_article/pdf/286230/20241011-156413-t67j8q.pdf
6. Kluger N. Sarcoidosis on tattoos: a review of the literature from 1939 to 2011. *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis.* 2013 Aug 1;30(2):86-102. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026].
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24071880/>
7. Mitra Sepehri, Katrina Hutton Carlsen, Jørgen Serup. Papulo-Nodular Reactions in Black Tattoos as Markers of Sarcoidosis: Study of 92 Tattoo Reactions from a Hospital Material. *Dermatology.* 2016;232(6):679-686. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026].
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28166524/>
8. Ines Schreiber, Bernhard Hesse, Christian Seim, Hiram Castillo-Michel, Julie Villanova, Peter Laux, Nadine Drejack, Randolph Penning, Remi Tucoulou, Marine Cotte & Andreas Luch. Synchrotron-based v-XRF mapping and μ -FTIR microscopy enable to look into the fate and effects of tattoo pigments in human skin. *Scientific Reports* volume 7, Article number: 11395 (2017). [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026]. <https://www.nature.com/articles/s41598-017-11721-z>

9. Slavica Dodig, Daniela Čepelak-Dodig, Davor Gretić, Ivana Čepelak. Tattooing: immediate and long-term adverse reactions and complications. *Arh Hig Rada Toksikol.* 2024 Dec 29;75(4):219–227. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11739707/>
10. David Chalarca-Cañas, Mario A Caviedes-Cleves, Luis A Correa-Londoño, Juan Pablo Ospina-Gómez, Margarita M Velásquez-Lopera. Tattoos: risks and complications, clinical and histopathological approach. *An Bras Dermatol.* 2024 Mar 22;99(4):491–502. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11221160/>
11. Stephan R. Jaiser, Gavin P. Winston. Copper deficiency myelopathy. *Journal of Neurology.* Volume 257, pages 869–881 (2010). [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00415-010-5511?utm>
12. Kumar N. Copper Deficiency Myelopathy (Human Swayback). *Mayo Clin Proc.* October 2006;81(10):1371-1384. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026]. https://assets.speakcdn.com/Assets/2606/0e2018851_033fullpaper2006mayoclinicproccopperdeficiencymyelopathyhumanswaybackpdf-.pdf
13. Nandan Marathe, Laura-Nanna Lohkamp, Michael G Fehlings. Spinal manifestations of Ehlers-Danlos syndrome: a scoping review. *J Neurosurg Spine.* 2022 Aug 19;37(6):783-793. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35986728/>
14. Fraser C Henderson Sr, Claudiu Austin, Edward Benzel, Paolo Bolognese, Richard Ellenbogen, Clair A Francomano, Candace Ireton, Petra Klinge, Myles Koby, Donlin Long, Sunil Patel, Eric L Singman, Nicol C Voermans. Neurological and spinal manifestations of the Ehlers-Danlos syndromes. *Am J Med Genet C Semin Med Genet.* 2017 Mar;175(1):195-211. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28220607/>
15. Laura-Nanna Lohkamp, Nandan Marathe, Michael G Fehlings. Craniocervical Instability in Ehlers-Danlos Syndrome—A Systematic Review of Diagnostic and Surgical Treatment Criteria. *Global Spine J.* 2022 Feb 23;12(8):1862–1871. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9609512/>
16. Caterina Bernetti, Laura Cea, Andrea Buoso, Federico Greco, Mariagrazia Rossi, Fabio Pilato, Rosalinda Calandrelli, Gianfranco Di Gennaro, Vincenzo Di Lazzaro, Bruno Beomonte Zobel, Carlo Augusto Mallio. A Comprehensive Overview of Subacute Combined Degeneration: MRI Diagnostic Challenges and Treatment Pathways. *Brain Sci.* 2025 Sep 10;15(9):972. [Internet]. [zitiert am 11. Juni 2026]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12468238/>
17. U Costabel, G W Hunninghake. ATS/ERS/WASOG statement on sarcoidosis. Sarcoidosis Statement Committee. American Thoracic Society. European Respiratory Society. World Association for Sarcoidosis and Other Granulomatous Disorders. *Eur Respir J.* 1999 Oct;14(4):735-7. [Internet]. [zitiert am 14. Juni 2026]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10573213/>
18. Natalia Soto-Gomez, Jay I Peters, Anoop M Nambiar. Diagnosis and Management of Sarcoidosis. *American Family Physician.* 2016. [Internet]. [zitiert am 14. Juni 2026]. https://www.aafp.org/afp/2016/0515/p840?utm_source=chatgpt.com
19. Willeke F. Westendorp, Diederik van de Beek, Matthijs C. Brouwer. Neurosarcoidosis: a review from diagnosis and future perspectives. *eClical Meicine.* Volume 90103653December 2025. [Internet]. [zitiert am 14. Juni 2026]. https://www.thelancet.com/journals/eclinm/article/PIIS2589-5370%2825%2900587-5/fulltext?utm_source=chatgpt.com
20. Maamoun Basheer, Hamd Waked, Helana Jeries, Olga Azrilin, Dan Paz, Nimer Assy, Mohammad E. Naffaa, Samih Badarny. Neurosarcoidosis: The Presentation, Diagnosis and Treatment Review of Two Cases. *MDPI. Journals Life* Volume 14 Issue 1 10.3390/life14010069. [Internet]. [zitiert am 14. Juni 2026]. https://www.mdpi.com/2075-1729/14/1/69?utm_source=chatgpt.com

21. Nicolas Kluger. Cutaneous and systemic complications associated with tattooing. Sciencedirect. 10.1016/j.lpm.2016.02.016. [Internet]. [zitiert am 14. Juni 2026]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0755498216000828?via%3Dihub>