

Klinik für Unfallchirurgie, Universitätsspital Zürich

Christoph J. Laux, Georg Osterhoff, Clément M. L. Werner

# Das schmerzhafte ISG – diagnostischer Algorithmus und therapeutische Möglichkeiten

Sacroiliac Joint Pain – Diagnostic Algorithm and Therapeutic Approaches

## Zusammenfassung

Die Iliosakralgelenke sind in 13–30% der Fälle Ursache für tieflumbale Rückenschmerzen und werden oftmals in differenzialdiagnostischen Überlegungen vernachlässigt. Die komplexe Anatomie und das vielfältige Schmerzbild führen häufig zu einer Fehlinterpretation einer symptomatischen SI-Arthropathie mit im Verlauf frustrierten Therapieversuchen. Dieser Artikel richtet das Augenmerk auf das klinische Bild der SI-Arthropathie und deren Diagnose und zeigt die therapeutischen Möglichkeiten auf. Unter den vielen Provokationstests ist der PSIS-Distraktionstest ein zuverlässiges und behandlungsweisendes Diagnostikum im klinischen Alltag. Letztendlich fordert die Diagnose einer mechanischen SI-Arthropathie jedoch stets eine signifikante Beschwerdelinderung nach intraartikulärer Infiltration. Meist bringt eine konservative Therapie ausreichende Beschwerdelinderung. In seltenen Fällen kommen chirurgische Interventionen zum Einsatz.

**Schlüsselwörter:** Iliosakralgelenk – Provokationstest – Gelenkinfiltration – Lumbago – Lumbalgie

## Einleitung

Der tieflumbale Rückenschmerz (*low back pain*; LBP) ist ein häufiges und gesundheitsökonomisch bedeutsames Krankheitsbild mit einer kumulativen Lebensinzidenz von 70% [1]. Es ist die

häufigste Ursache für Invalidität in der Gruppe der unter 45-Jährigen [1]. Das Iliosakralgelenk (ISG) ist eine vielfach unterschätzte Ursache tieflumbaler und glutealer Schmerzen [2,3]. Einige Autoren halten LBP in 13 bis 30% der Fälle für ISG-assoziiert oder -generiert [2–5]. ISG-Beschwerden treten gehäuft posttraumatisch, nach der Ausübung gewisser Sportarten, während oder nach der Schwangerschaft oder im Rahmen entzündlicher Arthropathien auf. Ausserdem entwickeln bis zu 75% aller Patienten mit lumbaler Fusion nach fünf Jahren eine signifikante Degeneration der Iliosakralgelenke [6].

Die komplexe Anatomie des im Beckenring integrierten ISG, die mannigfaltige Ätiologie tieflumbaler Schmerzen und das vielseitige Beschwerdebild erschweren jedoch häufig die klinische Diagnose.

## Anatomie

Die Iliosakralgelenke werden typischerweise durch die sakralen Segmente S1, S2 und S3 geformt, die physiologischerweise ab der frühen zweiten Lebensdekade fusionieren. Um den grossen vertikalen Belastungen als Übergangselement von Becken und Wirbelsäule gerecht zu werden, bietet das Iliosakralgelenk durch eine unregelmässige Gelenkfläche, teilweise fibrocartilaginären Knorpel und vor allem einen kräftigen Kapsel-Bandapparat mehr Stabilität als Mobilität [7]. Während eine Innervation des ISG sowohl aus dem *Plexus lumbalis* als auch aus den sakralen Segmenten beschrie-

ben wurde, findet die rein nozizeptive Innervation durch die *Rami dorsales* der Nervenwurzeln S1–S4 statt [8–10]. Es ist ausserdem bekannt, dass schmerzleitende Nervenfasern auch in den benachbarten Ligamenta existieren [11,12], die sich ebenfalls in den *Rami dorsales* S1–S4 bündeln [9,13].

## Anamnese/Symptomatik

Die Schmerzmuster von Patienten mit einem ISG-Leiden sind vielfältig und führen daher häufig zu inadäquaten Diagnosen und Therapien [14,15]. Die «International Association for the Study of Pain» fordert folgende diagnostische Kriterien für ein ISG-Syndrom [15]:

1. Schmerzen im Bereich der Iliosakralgelenke mit möglicher Ausstrahlung in die Leiste, das mediale Gesäss oder den posterioren Oberschenkel
2. Reproduzierbarkeit des Schmerzes durch klinische Provokationstests der Iliosakralgelenke
3. Beschwerdefreiheit nach intraartikulärer Infiltration von Lokalanästhetikum

Im Artikel verwendete Abkürzungen:

ISG	Iliosakralgelenk
LBP	Low back pain
MRT	Magnetresonanztomografie
PSIS	Posterior superior iliac spine
SI	Sacroiliac
SpA	Axiale Spondylarthritis
SPECT	Single-photon emission computed tomography
STIR	Short tau inversion recovery

- Morgensteifigkeit >30 Minuten
- Linderung der Rückenschmerzen durch Bewegung, jedoch nicht in Ruhe
- Rückenschmerzbedingtes Erwachen nur in der zweiten Nachthälfte
- Wechselseitige Schmerzen im Gesäss

**Abb. 1:** Anamnestische Kriterien nach Rudwaleit et al. für eine inflammatorische Genese tieflumbaler Rückenschmerzen.

4. Scheinbar normale Gelenkmorphologie ohne pathognomonische Anomalien der Röntgenanatomie

Typisch sind eher paravertebrale Schmerzen im Bereich des lumbosakralen Übergangs oder des hinteren Beckenrings, teils mit Ausstrahlung in das laterale Bein und häufig unter Aussparung des lateralen Knies (Abb. 1). Die Schmerzen sind häufiger unilateral als bilateral und üblicherweise nicht oberhalb der Gürtellinie lokalisiert [16]. Ausserdem sollte in der Schmerzanamnese unruhigem Sitzen mit häufigen Positionswechseln besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Bei der anamnestischen Abgrenzung von entzündlichen zu mechanischen Rückenschmerzen helfen die Kriterien von Rudwaleit et al., wenn mindestens zwei der vier Kriterien erfüllt sind (Spezifität 81,2%; Sensitivität 70,3%) [17,18].

Aufgrund des variierenden, teils (pseudo-)radikulären klinischen Bildes fehlt derzeit noch eine eindeutig reproduzierbare Kartierung der nozizeptiven Region des ISG in der Literatur [14]. Wie bei allen Schmerzsyndromen muss auch in der Diagnostik und Behandlung des schmerzhaften ISG beachtet werden, dass sich die Pathomechanismen beim akuten, subakuten und chronischen Schmerz unterscheiden. Eine traumatische Genese liegt knapp der Hälfte der Fälle (44%) zugrunde [19]. So wird z.B. für rund ein Drittel aller Patienten mit Beckenfraktur eine schmerzhafte posttraumatische ISG-Symptomatik beschrieben. Abbildung 3 gibt einen Überblick über die in Betracht zu ziehenden Ursachen von iliosakralen Schmerzen.

**Klinische Untersuchung**

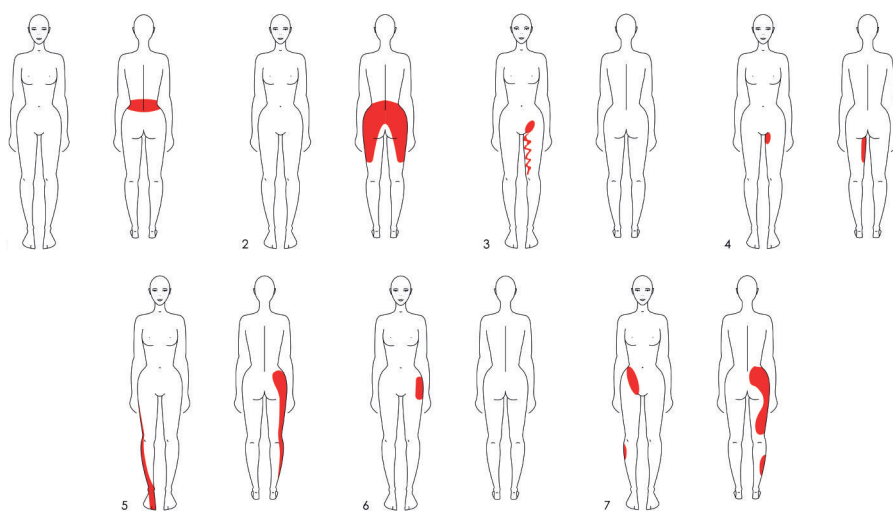
Obwohl eine grosse Anzahl klinischer Provokationstests beschrieben wurde, sind diese – selbst in Kombination mehrerer Tests angewandt – nur von geringer prognostischer Validität [5,16,21–24]. Die am häufigsten in der Literatur genannten Untersuchungen sind Beckenkompression, Beckendistraktion, der Gaenslen-Test, der Thigh-Thrust-Test, und der Faber- (oder Patrick's-)Test

- Osteoligamentäre Beckenringverletzung
- Bandscheibenleiden
- Nervenwurzelkompression
- Myofasziale Syndrome
- Seronegative Spondylarthropathien (insbesondere ankylosierende Spondylitis, Reiter-Syndrom, Psoriasis-Arthritis)
- Gastrointestinale, urogenitale, gynäkologische/postpartale und hüftgelenk-assoziierte Beschwerden

**Abb. 3:** Differenzialdiagnose iliosakraler Schmerzen [20].

[5,16,21,25,26]. Auch dem verbreitet angewendeten Mennell-Test konnte in einem Vergleich von elf Studien zur Validierung von sakroiliakalen Schmerzprovokationsmanövern keine ausreichende Aussagekraft zugestanden werden [23]. Unabhängig von den genannten Provokationstests konnten Fortin und Falco und auch andere Autoren einen Zusammenhang zwischen Schmerzangabe oder Druckschmerz im Bereich der *Spina iliaca posterior superior* (*posterior superior iliac spine*; PSIS) und ISG-generierten Schmerzen nachweisen [27,28]. Auf diesem Ansatz basierend konnten wir in einer rezenten Untersuchung einen neuen Test (PSIS-Distraktionstest) entwickeln, bei dem die stehenden oder auf dem Bauch liegenden Patienten hinsichtlich Schmerzauslösung oder -zunahme unter punktueller, von medial nach lateral gerichteter Kraft auf die *Spina iliaca posterior superior* befragt werden (Abb. 1) [29]. Der Test gilt als positiv, wenn dadurch die typischen Schmerzen des Patienten reproduziert werden.

Im Vergleich zu den genannten klassischen Provokationstests zeigte der PSIS-Distraktionstest eine überlegene Testgenauigkeit (94%) mit hoher Sensitivität (100%) und Spezifität (89%) bei Patienten mit interventionell bestätigter SI-Arthropathie [29]. Die bislang gebräuchlichen Provokationstests wiesen in dieser Serie jeweils eine hohe Spezifität bei jedoch unzureichender Sensitivität von maximal 34% (Faber-Test) auf. Alle Patienten mit einem bestätigten ISG-Leiden konnten durch einen



**Abb. 2:** Typische Schmerzbilder im Bereich des Beckengürtels und des lumbosakralen Übergangs. 1) Facettenarthropathie; 2) Spinalkanalstenose; 3) Coxarthrose links; 4) Adduktorenzerrung links; 5) Radikulopathie L5 rechts; 6) Bursitis trochanterica links; 7) Iliosakrale Arthropathie rechts mit charakteristischer Aussparung des lateralen Kniegelenks. (Das Urheberrecht liegt bei Prof. Clément Werner)

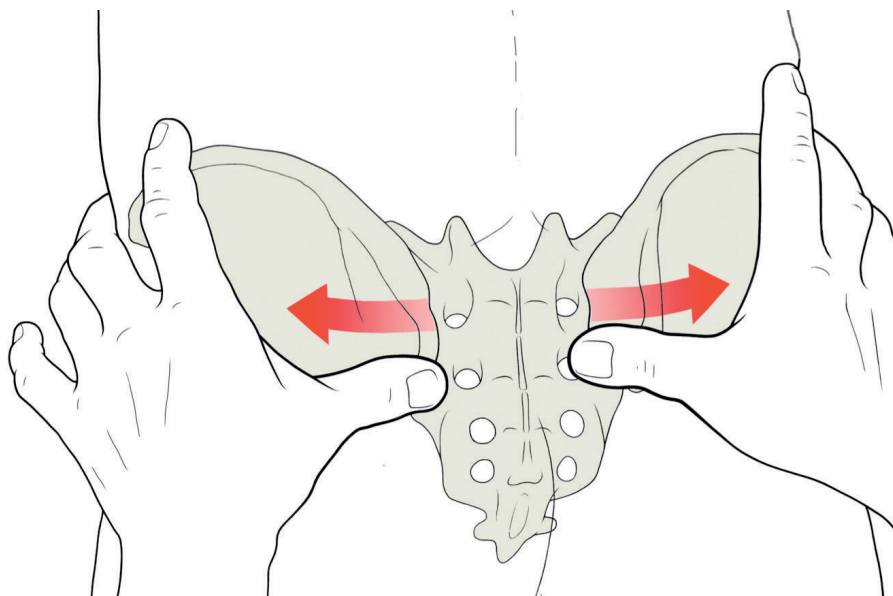


Abb. 4: PSIS-Distraktionstest. (Das Urheberrecht liegt bei Prof. Clément Werner)

positiven PSIS-Distraktionstest klinisch erkannt werden, sodass sich dieser besonders gut als Screening-Test vor der im Folgenden beschriebenen invasiveren Diagnostik eignet. Bei jungen Patienten mit bilateralen, länger als drei Monaten bestehenden Beschwerden und positiver Familienanamnese ist eine zusätzliche Labordiagnostik mit Bestimmung von CRP und Blutsenkung sowie HLA-B27-Screening zur weiteren Abklärung von axialen Spondylarthritiden (SpA) sinn-

voll. Abbildung 3 gibt hierzu die Klassifikationskriterien der ASAS (*assessment of spondyloarthritis international society*) wieder.

### Bildgebende Diagnostik

Eine unauffällige Röntgendiagnostik kann eine iliosakrale Arthropathie nicht ausschliessen, sodass die konventionell-radiologische Bildgebung bei fehlender traumatischer Genese nur eine begrenzte

te Rolle spielt [16]. Sie kann jedoch zum differenzialdiagnostischen Nachweis oder Ausschluss anderer Pathologien (Frakturen, Spondylosis ankylosans, Coxarthrose etc.) hilfreich sein [15,16]. Beim geriatrischen Patientengut sollte die Indikation zur Schnittbilddiagnostik grosszügig gestellt werden, um osteoporotische Frakturen des hinteren Beckenringes auszuschliessen. Auch können Segmentationsstörungen des lumbosakralen Übergangs oder ein Bertolotti-Syndrom als zugrundeliegende Pathologie abgegrenzt werden. Eine verkleinerte sakrale Gelenksfläche im Sinne einer sakralen Dysmorphie sollte ebenfalls dazu veranlassen, das Iliosakralgelenk in die Differenzialdiagnose einzubeziehen. Während in Röntgen und Computertomografie nur strukturelle Veränderungen (Sklerose, juxtaartikuläre Erosionen und Zysten, Osteophyten, Ankylosierung oder intraartikuläre «Luft», die als pathognomonisch für eine Gelenkinstabilität gilt) sichtbar sind, kann die MR-Tomographie mit STIR (short tau inversion recovery)-Sequenz auch entzündliche Veränderung in frühen Stadien aufzeigen und ist so bei der Diagnose der aktiven Sacroiliitis unverzichtbar [31–35]. Nach neuesten Erkenntnissen bringt die Kontrastmittelapplikation hier keinen zusätzlichen diagnostischen Nutzen [31]. Dennoch kann eine ISG-Dysfunktion – definiert als Schmerz in radiologisch unauffälligen Iliosakralgelenken, der auf eine lokalanästhetische Infiltration anspricht – auch im MRT weder suspiert noch ausgeschlossen werden. Aufgrund einer geringen Sensitivität von 13% zur Detektion von Patienten mit gesicherter SI-Arthropathie findet die Szintigraphie auch bei hoher Spezifität (100%) nur wenig Anwendung in der Beurteilung von ISG-Syndromen [34,36]. Mit der SPECT (*single-photon emission computed tomography*) steht womöglich ein neues diagnostisches Hilfsmittel zur Verfügung, das die Vorteile von CT (hohe Sensitivität) und nuklearmedizinischen Verfahren (hohe Spezifität) vereint [35,37].

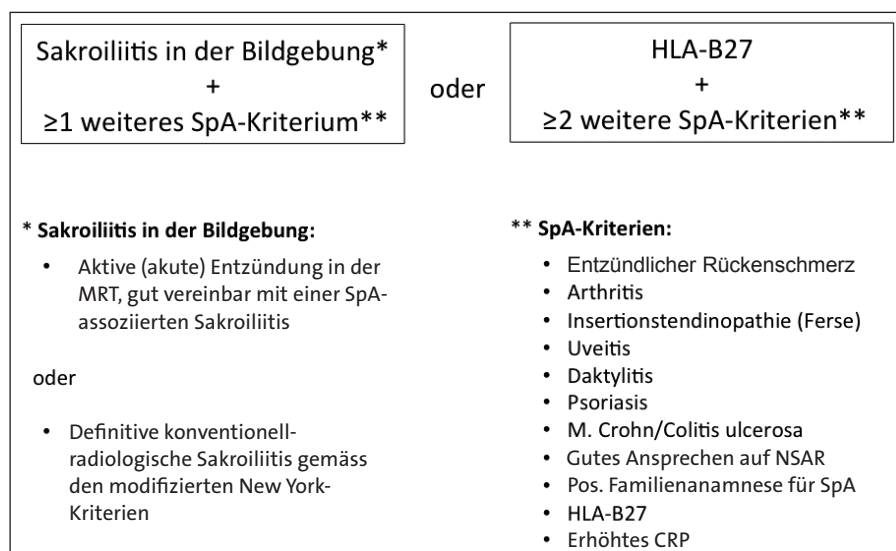


Abb. 5: ASAS-Klassifikationskriterien für axiale Spondyloarthritis (SpA) bei Patienten mit Rückenschmerz ≥3 Monate und Alter <45 Jahre bei Beginn, modifiziert nach [30].

## Key messages

- Ein ISG-Leiden ist aufgrund der unterschiedlichen Ausprägung häufig unterdiagnostiziert und muss bei der Differenzialdiagnostik von tieflumbalen Rückenschmerzen unbedingt als Ursache in Erwägung gezogen werden.
- Der PSIS-Distraktionstest ist ein einfaches und zuverlässiges Instrument in den Händen des Klinikers, das sowohl im Stand als auch beim liegenden Patienten angewendet werden kann und richtungsweisend in der weiteren Behandlung sein kann.
- Als diagnostischer Goldstandard (nach Ausschluss einer entzündlichen Genese) ist die intraartikuläre Infiltration mit Schmerzreduktion von mindestens 75% allgemein akzeptiert.
- Der Grossteil aller schmerzhaften ISG-Leiden kann mit konservativen Therapiemassnahmen beruhigt werden. Für frustrane Verläufe stehen nach gewissenhafter Selektion auch chirurgische Interventionen zur Verfügung.

## Lernfragen

1. Das klinische Bild der SI-Arthropathie ... (Einfachauswahl, 1 richtige Antwort)
  - a) hebt sich klar von den übrigen Schmerzbildern des lumbosakralen Übergangs ab.
  - b) geht häufig mit Sitzbeschwerden und daraus resultierenden Positionswechseln einher.
  - c) zeigt in der Regel sensomotorische Defizite.
  - d) kann durch die zur Verfügung stehenden klassischen Provokationsmanöver mit hoher Sensitivität den Iliosakralgelenken zugeordnet werden.
  - e) entspricht einer zuverlässig reproduzierbaren Kartierung der nozizeptiven Region der Iliosakralgelenke.
2. Die Behandlung des ISG-Leidens ... (Einfachauswahl, 1 richtige Antwort)
  - a) mündet meist in chirurgische Therapieverfahren mit Versteifung des schmerzhaften Gelenkes.
  - b) sollte von Anfang an durch physiotherapeutische Massnahmen ergänzt werden.
  - c) beinhaltet intraartikuläre Steroidinfiltrationen nach mehrwöchiger frustraner NSAR-Therapie.
  - d) erfordert in jedem Fall eine absolute Ruhigstellung mit Vermeidung von vertikalen Scherkräften und Ausgleich einer bestehenden Beinlängendifferenz.
  - e) erfordert eine vorangegangene Röntgendiagnostik zur Stellung der Behandlungsindikation.

Da klinisch verabreichte Infiltrationen nur in etwa 22% der Fälle tatsächlich intraartikulär sind, sollten diese unter Zuhilfenahme bildgebender Verfahren stattfinden [7,38]. Aufgrund breiter Verfügbarkeit und geringer Kosten hat sich hier die konventionelle Durchleuchtung bewährt. Die Topographie des iliosakralen Gelenkspaltes ist jedoch variabel und irregulär. Selbst nach Bestätigung der intraartikulären Lage der Injektionsnadel mittels Kontrastmittel besteht die Möglichkeit einer extraartikulären Infiltration mit dann falsch-negativem Testergebnis. Es empfiehlt sich, die Gelenkkapsel im synovialen, dorsokaudalen Gelenkabschnitt zu penetrieren, da dieser relativ oberflächlich und daher am besten zugänglich und zudem häufiger von der frühen Sakroiliitis betroffen ist [39]. Bedingt durch das kleine Volumen des Iliosakralgelenkes von 1–2,5 ml kommt es bei grösseren Injektionsvolumina durch einen Gelenkaustritt in etwa 60% zu Infiltrationen der periartikulären Weichteile (20,40). In 16–42% der Patienten mit LBP findet sich zudem ein rupturierter ventraler Kapsel-Bandapparat, wodurch eine unbeabsichtigte Infiltration des Sakralplexus oder der Nervenwurzel L5 möglich wird [16,40]. CT-gesteuerte Infiltrationen haben eine deutlich kürzere Interventionsdauer im Vergleich zu fluoroskopisch gezielten Interventionen und haben ihre Berechtigung vermutlich insbesondere bei Patienten mit ankylosierender Spondylitis aufgrund sklerotischer kapselnaher Veränderungen [41].

## Therapie

Die konservative Therapie in der Akutphase (ein bis drei Tage) sollte NSAR, Kühlung und relative Ruhigstellung beinhalten [7]. Allgemein ist die Vermeidung von Aktivitäten mit Einbeinstand und somit vertikalen Scherkräften wie Laufen, Kegeln, Skaten und Treppensteigen hilfreich bei der Symptomlinderung [42]. Im Anschluss können Wärme, manuelle Therapien, gegebene

## ISG-Infiltration

Der Goldstandard zur Diagnose des ISG-generierten Schmerzes ist die invasive Technik der ISG-Infiltration mit einem Lokalanästhetikum [5,16,21,24–26]. Zeigt sich nach einer sicher intraartikulären Infiltration ein Rückgang der

Beschwerden, muss von einer im ISG liegenden Pathologie ausgegangen werden [12]. Auch wenn Uneinigkeit über das für ein positives Ergebnis geforderte Ausmass der Beschwerdelinderung (70–90%) herrscht [21–24], ist die Infiltration das derzeit einzige allgemein akzeptierte Diagnostikum.

nenfalls Ausgleich einer bestehenden Beinlängendifferenz und die Mobilisation mit balancierender Kräftigung der ISG-umgreifenden Muskulatur (insbesondere *M. gluteus maximus*, *M. iliopsoas*, *M. biceps femoris*) zielführend sein [7,16]. Ein häufiges pathologisches Muster ist hier ein verkürzter *M. iliopsoas* kombiniert mit schwachen Hüftstreckern (Hamstrings und *M. gluteus maximus*), die zu einer Verkippung des Beckens nach vorne führen [16,42]. Insbesondere während der Schwangerschaft sollte jedoch auf eine zu frühe Mobilisation und Dehnung verzichtet werden. Stattdessen kann durch einen angepassten Gürtel Stabilität (30% weniger Rotation [43]) und somit Beschwerdelinderung erzielt werden [7,16,42]. Sollte eine mehrwöchige NSAR-Therapie bei bestätigtem ISG-Leiden keine Besserung bringen, sollte eine intraartikuläre Stero-

idinfiltation (z.B. 40 mg Triamcinolon-acetonid) als nächster therapeutischer Schritt erwogen werden. Bollow et al. konnten mit CT-gezielten Injektionen Ansprechraten bis 92,5% bei Patienten mit Spondylarthropathie erzielen [41]. Eine chirurgische Therapie ist nur selten erforderlich und ausschliesslich chronischen Schmerzbildern nach frustraner konservativer Therapie vorbehalten. Hier stehen in erster Linie die endoskopische Denervation sowie die minimal-invasive iliosakrale Fusion zur Verfügung, jedoch fehlen zu beiden Verfahren derzeit noch valide Langzeitergebnisse [44,45]. Grundvoraussetzung ist hier ein deutliches, jedoch zeitlich begrenztes Ansprechen auf eine intraartikuläre Infiltration. Die Gruppen um Ferrante und Yin konnten eine signifikante Schmerzlinderung über sechs Monate durch eine Radiofrequenz-Denervation

der ISG festhalten [46,47]. Diese Verfahren bergen jedoch das Risiko einer sekundären Gelenkdestabilisierung durch die Ablation von Anteilen des Kapsel-Bandapparates. Moderne minimal-invasive Fusionstechniken bauen jedoch auf eine langfristige knöcherne Durchbauung mit so gewährleistet permanenter Stabilisierung. Erste Einjahreskontrollen zeigen vielversprechende Ergebnisse mit signifikanter Schmerzlinderung, müssen jedoch noch weiter validiert werden [48].

### Fazit für die Praxis

Die SI-Arthropathie ist eine der häufig übersehenen Ursachen für tieflumbalen Rückenschmerz. Die üblichen klinischen Tests sind nur ungenügend sensitiv. Der PSIS-Distraktionstest könnte sich womöglich als einfaches und zuver-

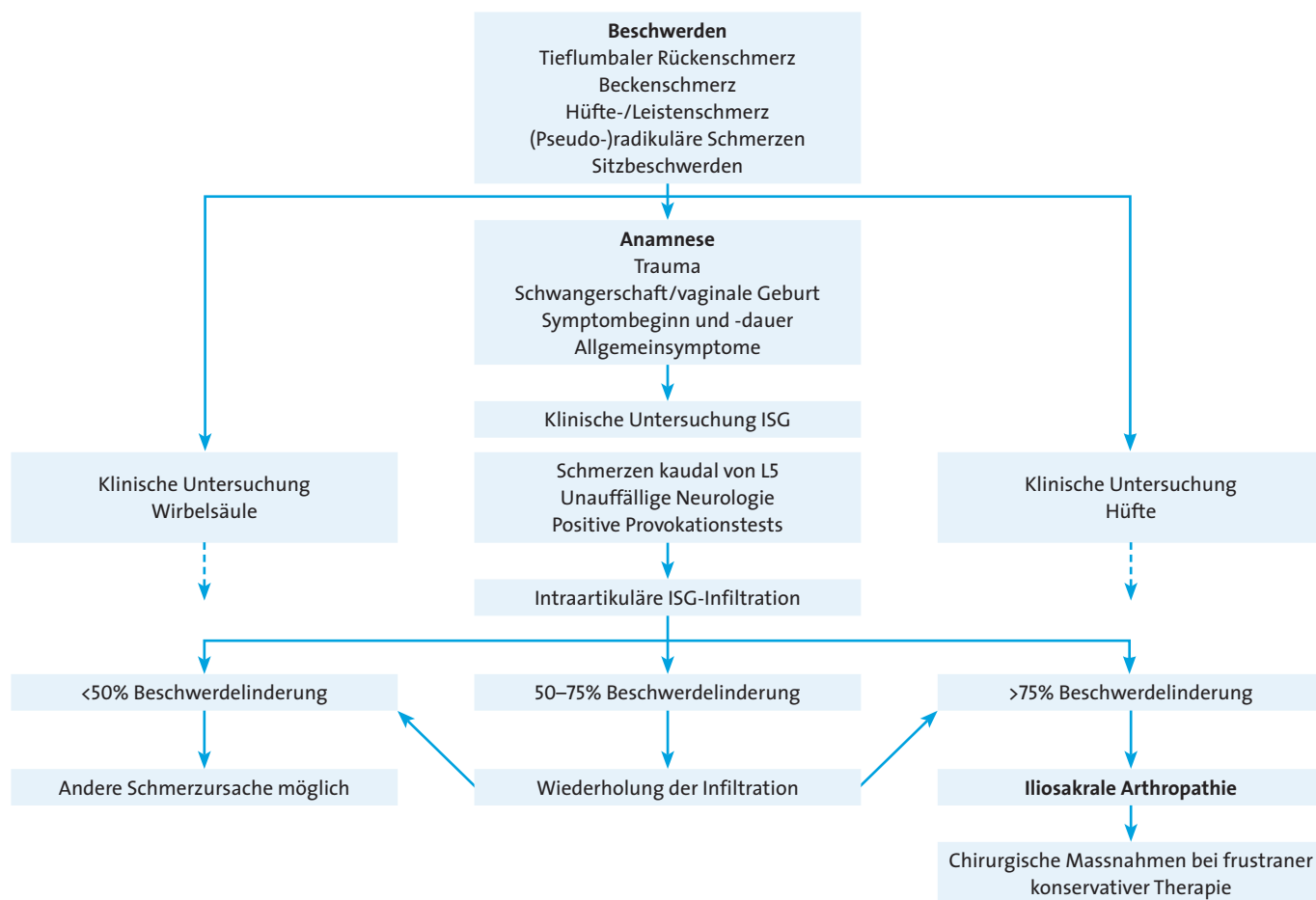


Abb. 6: Möglicher diagnostischer Algorithmus bei nicht-entzündlichen ISG-Beschwerden.

lässiges Hilfsmittel im Screening einer SI-Arthropathie erweisen. Die Magnetresonanztomographie stellt die derzeit zuverlässigste bildgebende Modalität zur Darstellung der Iliosakralgelenke dar. Letztendlich fordert die Diagnose eines nicht-entzündlichen ISG-Leidens immer eine radiologisch-unterstützte intraartikuläre Infiltration mit signifikanter Symptomlinderung. Abbildung 4 illustriert einen diagnostischen Algorithmus für die klinische Anwendung. Die Therapie sollte nach einem Stufenschema zunächst konservativ mit NSAR und lokalanalgetischen Massnahmen und bei persistierenden Schmerzen durch Steroidinfiltrationen erfolgen. Eine balancierende Physiotherapie findet ihren Platz nach abgeklungener Akut- bzw. Subakutphase. Chirurgische Therapieformen sind nur in ausgewählten Fällen und bei chronischen Verläufen erforderlich.

## Abstract

The sacroiliac joints are causative for 13–30% of cases with low back pain and are still disregarded in the differential diagnosis. This is mainly due to its complex anatomy and the variety of pain patterns originating from the SI joints. The broad etiology of low back pain often misleads the physician into inadequate treatments. This article reviews the clinical presentation of patients suffering from a sacroiliac arthropathy and points out therapeutic strategies. It also provides a helpful diagnostic tool in daily routine. Eventually, any patient needs to experience a significant pain reduction resulting from an intrarticular injection before the diagnosis of non-inflammatory SI arthropathy is confirmed. In most cases, nonoperative treatment measures are sufficient. Operative strategies are available in selected cases with unsuccessful conservative therapy.

**Key words:** sacroiliac joint pain – provocation test – joint infiltration

## Résumé

L'origine de 13 à 30% des douleurs lombaires est à rechercher dans les articulations sacro-iliaques, une origine trop souvent occultée. La complexité anatomique et les douleurs décrites peu précises falsifient les interprétations, alors que les symptômes doivent être attribués à une arthropathie sacro-iliaque. Un défaut de diagnostic conduit à des thérapies diverses et véritablement frustrantes. L'article souligne le tableau clinique de l'arthropathie sacro-iliaque suivi de son diagnostic et des possibilités thérapeutiques. Les tests de provocation sont nombreux. Dans la pratique, le test de distraction de l'épine postérosupérieure (PSIS) est fiable et bon indicateur de thérapies. Notons encore que le diagnostic implique tout d'abord un traitement significatif de la douleur par infiltration intra-articulaire. Dans la plupart des cas, les thérapies traditionnelles apportent une bonne amélioration, plus rarement des interventions chirurgicales sont nécessaires.

**Mots-clés:** articulation sacro-iliaque – tests de provocation – infiltration intra-articulaire – douleurs lombaires

## Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Clément Werner  
Klinik für Unfallchirurgie  
Universitätsspital Zürich  
Rämistrasse 100  
8091 Zürich

*clement.werner@usz.ch*

Interessenkonflikt: Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Manuskript eingereicht: 9.5.2014, revidierte Fassung angenommen: 21.10.2014

## Bibliographie

1. Andersson GB: Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet* 1999; 354: 581–585.
2. Daum WJ: The sacroiliac joint: an underappreciated pain generator. *Am J Orthop* 1995; 24: 475–478.
3. DonTigny RL: Anterior dysfunction of the sacroiliac joint as a major factor in the etiology of idiopathic low back pain syndrome. *Phys Ther* 1990; 70: 250–265; discussion 262–265.
4. Sembrano JN, Polly DW Jr: How often is low back pain not coming from the back? *Spine* 2009; 34: E27–32.
5. Schwarzer AC, Aprill CN, Bogduk N: The sacroiliac joint in chronic low back pain. *Spine* 1995; 20: 31–37.
6. Ha KY, Lee JS, Kim KW: Degeneration of sacroiliac joint after instrumented lumbar or lumbosacral fusion: a prospective cohort study over five-year follow-up. *Spine* 2008; 33: 1192–1198.
7. Forst S, Wheeler M, Fortin J, Vilensky J: The Sacroiliac Joint: Anatomy, Physiology and Clinical Significance. *Pain Physician* 2006; 9: 61–68.
8. Vleeming A, Schuenke MD, Masi a T, Carreiro JE, Danneels L, Willard FH: The sacroiliac joint: an overview of its anatomy, function and potential clinical implications. *J Anat* 2012; 221: 537–567.
9. Grob KR, Neuhuber WL, Kissling RO: Innervation of the sacroiliac joint of the human. *Z Rheumatol* 1995; 54: 117–122.
10. Patel N, Gross A, Brown L, Gekht G: A randomized, placebo-controlled study to assess the efficacy of lateral branch neurotomy for chronic sacroiliac joint pain. *Pain Med* 2012; 13: 383–398.
11. Vilensky JA, O'Connor BL, Fortin JD, et al.: Histologic analysis of neural elements in the human sacroiliac joint. *Spine* 2002; 27: 1202–1207.
12. Szadek KM, Hoogland PVJM, Zuurmond WW, De Lange JJ, Perez RSGM: Possible nociceptive structures in the sacroiliac joint cartilage: An immunohistochemical study. *Clin Anat* 2010; 23: 192–198.
13. Fortin JD, Kissling RO, O'Connor BL, Vilensky JA: Sacroiliac joint innervation and pain. *Am J Orthop* 1999; 28: 687–690.
14. Slipman CW, Jackson HB, Lipetz JS, Chan KT, Lenrow D, Vresilovic EJ: Sacroiliac joint pain referral zones. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 334–338.

15. McGrath M: Review Clinical considerations of sacroiliac joint anatomy: a review of function, motion and pain. *J Osteopath Med* 2004; 7: 16–24.
16. Foley BS, Buschbacher RM: Sacroiliac joint pain: anatomy, biomechanics, diagnosis, and treatment. *Am J Phys Med Rehabil* 2006; 85: 997–1006.
17. Rudwaleit M, Metter A, Listing J, Sieper J, Braun J: Inflammatory back pain in ankylosing spondylitis: a reassessment of the clinical history for application as classification and diagnostic criteria. *Arthritis Rheum*; 54: 569–578.
18. Shaikh SA: Ankylosing spondylitis: recent breakthroughs in diagnosis and treatment. *J Can Chiropr Assoc* 2007; 51: 249–260.
19. Chou LH, Slipman CW, Bhagia SM, et al.: Inciting events initiating injection-proven sacroiliac joint syndrome. *Pain Med* 2004; 5: 26–32.
20. Dreyfuss P, Dreyer SJ, Cole A, Mayo K: Sacroiliac joint pain. *J Am Acad Orthop Surg* 2004; 12: 255–265.
21. Slipman CW, Sterenfeld EB, Chou LH, Herzog R, Vresilovic E: The predictive value of provocative sacroiliac joint stress maneuvers in the diagnosis of sacroiliac joint syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 288–292.
22. Szadek KM, van der Wurff P, van Tulder MW, Zuurmond WW, Perez RSGM: Diagnostic validity of criteria for sacroiliac joint pain: a systematic review. *J Pain* 2009; 10: 354–368.
23. Van der Wurff P, Meyne W, Hagmeijer RH: Clinical tests of the sacroiliac joint. *Man Ther* 2000; 5: 89–96.
24. Dreyfuss P, Michaelsen M, Pauza K, McLarty J, Bogduk N: The value of medical history and physical examination in diagnosing sacroiliac joint pain. *Spine* 1996; 21: 2594–2602.
25. Broadhurst NA, Bond MJ: Pain provocation tests for the assessment of sacroiliac joint dysfunction. *J Spinal Disord* 1998; 11: 341–345.
26. Stone JA, Bartynski WS: Treatment of facet and sacroiliac joint arthropathy: steroid injections and radiofrequency ablation. *Tech Vasc Interv Radiol* 2009; 12: 22–32.
27. Fortin J, Falco F: The Fortin finger test: an indicator of sacroiliac pain. *Am J Orthop* 1997; 26: 477–480.
28. Murakami E, Aizawa T, Noguchi K, Kanno H, Okuno H, Uozumi H: Diagram specific to sacroiliac joint pain site indicated by one-finger test. *J Orthop Sci* 2008; 13: 492–497.
29. Werner CM, Hoch A, Gautier L, König MA, Simmen H-P, Osterhoff G: Distraction test of the posterior superior iliac spine (PSIS) in the diagnosis of sacroiliac joint arthropathy. *BMC Surg* 2013; 13: 52.
30. Sieper J, Rudwaleit M, Baraliakos X, et al.: The Assessment of SpondyloArthritis international Society (ASAS) handbook: a guide to assess spondyloarthritis. *Ann Rheum Dis* 2009; 68 (Suppl 2): iii–44.
31. De Hooge M, van den Berg R, Navarro-Compán V, et al.: Magnetic resonance imaging of the sacroiliac joints in the early detection of spondyloarthritis: no added value of gadolinium compared with short tau inversion recovery sequence. *Rheumatology* 2013; 52: 1220–1224.
32. Rudwaleit M, Jurik AG, Hermann KG, et al.: Defining active sacroiliitis on magnetic resonance imaging (MRI) for classification of axial spondyloarthritis: a consensual approach by the ASAS/OMERACT MRI group. *Ann Rheum Dis* 2009; 68: 1520–1527.
33. Jans L, Van Praet L, Elewaut D, et al.: MRI of the SI joints commonly shows non-inflammatory disease in patients clinically suspected of sacroiliitis. *Eur J Radiol* 2014; 83: 179–184.
34. Tuite MJ: Sacroiliac joint imaging. *Semin Musculoskelet Radiol* 2008; 12: 72–82.
35. Kotsenas AL: Imaging of posterior element axial pain generators: facet joints, pedicles, spinous processes, sacroiliac joints, and transitional segments. *Radiol Clin North Am* 2012; 50: 705–730.
36. Slipman CW, Sterenfeld EB, Chou LH, Herzog R, Vresilovic E: The value of radionuclide imaging in the diagnosis of sacroiliac joint syndrome. *Spine* 1996; 21: 2251–2254.
37. Scheyerer MJ, Pietsch C, Zimmermann SM, Osterhoff G, Simmen HP, Werner CM: SPECT/CT for imaging of the spine and pelvis in clinical routine: a physician's perspective of the adoption of SPECT/CT in a clinical setting with a focus on trauma surgery. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2013; 41 Suppl 1: S59–66.
38. Rosenberg JM, Quint TJ, de Rosayro AM: Computerized tomographic localization of clinically-guided sacroiliac joint injections. *Clin J Pain* 2000; 16: 18–21.
39. Muche B, Bollow M, François RJ, Sieper J, Hamm B, Braun J: Anatomic structures involved in early- and late-stage sacroiliitis in spondylarthritis: a detailed analysis by contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *Arthritis Rheum* 2003; 48: 1374–1384.
40. Fortin JD, Washington WJ, Falco FJ: Three pathways between the sacroiliac joint and neural structures. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999; 20: 1429–1434.
41. Bollow M, Braun J, Taupitz M, et al.: CT-Guided Intraarticular Corticosteroid Injection into the Sacroiliac Joints in Patients with Spondyloarthritis: Indication and Follow-Up with Contrast-Enhanced MRI. *J Comput Assist Tomogr* 1996; 20: 1–9.
42. Prather H: Sacroiliac joint pain: practical management. *Clin J Sport Med* 2003; 13: 252–255.
43. Vleeming A, Buyruk HM, Stoeckert R, Karamursel S, Snijders CJ: An integrated therapy for peripartum pelvic instability: a study of the biomechanical effects of pelvic belts. *Am J Obstet Gynecol* 1992; 166: 1243–1247.
44. Spiker WR, Lawrence BD, Raich AL, Skelly AC, Brodke DS: Surgical versus injection treatment for injection-confirmed chronic sacroiliac joint pain. *Evid Based Spine Care J* 2012; 3: 41–53.
45. Ashman B, Norvell DC, Hermsmeyer JT: Chronic sacroiliac joint pain: fusion versus denervation as treatment options. *Evid Based Spine Care J* 2010; 1: 35–44.
46. Yin W, Willard F, Carreiro J, Dreyfuss P: Sensory stimulation-guided sacroiliac joint radiofrequency neurotomy: technique based on neuroanatomy of the dorsal sacral plexus. *Spine* 2003; 28: 2419–2425.
47. Ferrante FM, King LF, Roche EA, et al.: Radiofrequency sacroiliac joint denervation for sacroiliac syndrome. *Reg Anesth Pain Med* 2001; 26: 137–142.
48. Sachs D, Capobianco R: One year successful outcomes for novel sacroiliac joint arthrodesis system. *Ann Surg Innov Res* 2012; 6: 13.

2. Antwort (c) ist richtig.  
1. Antwort (b) ist richtig.

Antworten zu den Lernfragen