

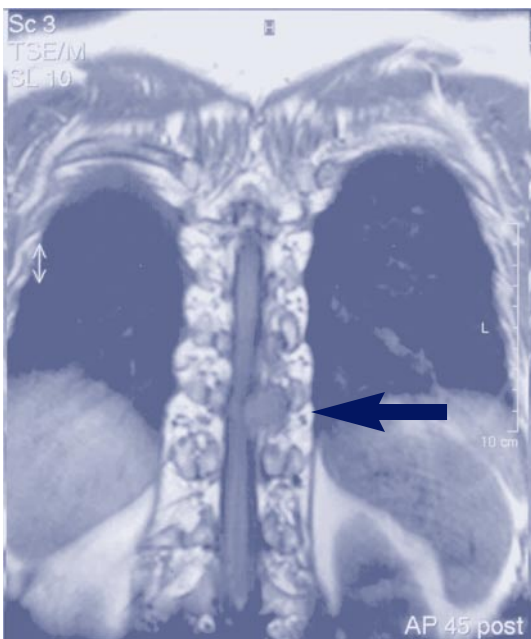
Tumorbedingte Rückenmarkskompression

Multidisziplinäres Management ist gefragt

R. Souchon

Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie
des Allgemeinen Krankenhauses Hagen gGmbH
(Chefarzt: PD Dr. R. Souchon)

klinikarzt 2005; 34 (3): 42–48



Ein tumorbedingtes spinales Kompressionssyndrom, das zumeist spät im Verlauf einer Malignomerkkrankung auftritt, ist eine Notfallsituation in der Onkologie. Häufigste Ursache ist eine hämatogene Metastasierung von Organmalignomen in die Wirbelsäule mit sekundärer Beteiligung des Spinalkanals; intraspinale Tumoren sind seltener. Die Therapieentscheidung ist stets interdisziplinär und in kürzest möglicher Zeit individuell zu treffen. Wichtigste Kriterien hierfür sind die neurologische Ausgangssituation, die Dynamik der neurologischen Symptomprogression und der Effekt einer initialen hoch dosierten Kortikoidtherapie. Bei beginnender Querschnittssymptomatik ist so früh wie möglich eine operative Entlastung des Rückenmarks mit anschließender Stabilisierung der beteiligten Wirbelsäulenabschnitte anzustreben. Ist ein chirurgischer Eingriff nicht möglich, ist alternativ eine Bestrahlungsbehandlung aufzunehmen. Wie stark sich die spinalen Symptome im Verlauf der Therapie zurückbilden, hängt zum einen davon ab, wie viel Zeit vom Einsetzen der Symptome bis zum Beginn der in aller Regel kombinierten multimodalen Therapie verstrichen ist. Ein weiterer maßgeblicher Faktor hierfür ist der prätherapeutisch bestehende Mobilitätsgrad des Patienten.

Eine mechanische Kompression des Rückenmarks ist ein bedrohliches Ereignis. Durch die drohende Einschränkung der Mobilität und gravierende weitere neurologische Funktionsstörungen wie Inkontinenz und peripheren Sensibilitätsverlust birgt sie die Gefahr einer nachhaltigen Einbuße der Lebensqualität.

Liegt der Kompression des Myeloms eine bereits bekannte maligne Erkrankung zugrunde oder ist diese klinisch zu vermuten, tritt eine solche mit 5% relativ seltene Komplikation in aller Regel in einem späten, häufig präterminalen Krankheitsstadium auf. Dementsprechend ist die Therapieintention in den allermeisten Fällen palliativ und auf eine Ver-

besserung bzw. einen Erhalt der Lebensqualität ausgerichtet. Meist betragen die mittleren Überlebenszeiten der betroffenen Patienten nur wenige Monate. Daher ist es notwendig, rasch zu einer präzisen Diagnose und zu einer individuell angemessenen Therapieentscheidung zu kommen. In jedem Einzelfall müssen die vorliegende onkologische Gesamtkonstellation analysiert sowie individuelle prognostische Faktoren erfasst und beurteilt werden.

Unter anatomischen Aspekten ist zwischen epiduralen und intraduralen Tumormanifestationen zu unterscheiden. In vier von fünf Fällen liegt einer tumorbedingten Rückenmarkskompression eine hä-

matogene Metastasierung von Organmalignomen in die Wirbelsäule als häufigstem Manifestationsort einer Knochenmetastasierung zugrunde. Der lokale Metastasierungsprogress führt sekundär zu einer Infiltration in den Spinalkanal. Jedoch können auch paravertebrale Metastasen oder Lymphommanifestationen per continuitatem durch die Zwischenwirbelräume oder Neuroforamina in den Spinalkanal vorwachsen.

Als Primärtumoren überwiegen die Malignomentitäten mit prädominanter ossärer Metastasierung, wie Mamma-, Prostata-, Bronchial- oder Nierenzellkarzinome. Von den systemischen Tumorentitäten sind es insbesondere Myelome oder andere maligne Lymphome, die eine spinale Manifestation verursachen. Nur relativ selten – in weniger als 20% der Fälle – ist die Ursache eine intraspinale Neoplasie.

■ Klinische Symptomatik

Meist geht metastatisch bedingten Rückenmarkskompressionen eine wochenlang anhaltende, als stechend oder ziehend empfundene Dorsalgie voraus, deren Intensität bewegungs- oder belastungsabhängig zunimmt. Häufig weist der Schmerz auch eine radikuläre Komponente auf. Bevorzugte Lokalisatio-

nen sind die Brust-, seltener die Lenden- oder Halswirbelsäule sowie der lumbosakrale Übergang.

Weitere klinische Hinweise auf eine spinale Metastasierung sind Muskelschwäche und/oder Sensibilitätsstörungen in den kaudalen Körperabschnitten, konsekutive Mobilitätseinschränkungen im Sinne einer Paraparese oder Paraplegie sowie Funktionsstörungen der Schließmuskeln der Harnblase oder des Enddarms. Blasen- und Stuhlinkontinenz sind dabei eher seltener vorkommende Symptome. Treten sie dennoch auf, ist zwingend zu klären, ob ein neurologisches Kompressionssyndrom zugrunde liegt.

Bei Patienten mit den angesprochenen Symptomen, bei denen eine Malignomerkkrankung mit häufig auftretenden ossären Manifestationen bekannt ist, ist eine metastatische Ursache wahrscheinlich. In den übrigen Fällen sind auch nichtmaligne Ursachen wie benigne Tumoren oder entzündliche Prozesse differenzialdiagnostisch zu berücksichtigen.

■ Diagnostik

Das Zeitintervall zwischen dem Einsetzen der neurologischen Symptome und dem Beginn einer Therapie ist der herausragende prognostische Faktor und von entscheidender Bedeutung – sowohl für die einzuschlagende Therapiemodalität als auch für deren Ergebnis. Angaben zum Zeitpunkt des Auftretens und zur Dynamik der klinischen Symptomatik sind richtungweisend für die klinisch-neurologisch ausgerichtete Untersuchung, die auch eine Beurteilung des Analsphinktertonus einschließen muss. Das Ergebnis der erforderlichen Prüfung der motorischen und sensiblen Funktionen und Reflexe erlaubt Rückschlüsse auf die Höhenlokalisation und Ausdehnung des Prozesses im Spinalkanal.

Mit diesen Angaben über die klinische Befundkonstellation kann die erforderliche Bildgebungsdiagnostik zielgerichtet und – prognostisch relevant – beschleunigt werden. Mit über 90% Sensitivität und Spezifität ist dabei die Kernspintomografie (MRT) Methode der Wahl. In nur einem Untersuchungsgang

ermöglicht dieses diagnostische Verfahren die exakte Beurteilung von intra- oder extraspinalen Prozessen, von anatomischer Lokalisation und Ausmaß der neurologischen Kompression sowie möglicher weiterer Tumormanifestationen in der Wirbelsäule und im Paravertebralraum. Konventionelle Röntgenuntersuchungen der Wirbelsäule, bei Dislokationen von Knochenanteilen in den Intraspinalraum, gegebenenfalls ergänzt durch eine Computertomografie (CT), geben Auskunft über Statik und mögliche Stabilitätseinschränkungen. Kann keine MRT erfolgen, ist die CT-Myelografie eine zweckmäßige diagnostische Alternative.

Tritt ein spinales Kompressionssyndrom bei Patienten mit zuvor bekannter Tumorerkrankung auf, kann die Therapie unverzüglich eingeleitet werden, wenn klinischer Verlauf und Bildgebung eine zugrunde liegende Metastasierung ausreichend plausibel machen. Ist keine Tumorerkrankung bekannt, sollten vor dem Beginn der Therapie zum einen mithilfe einer CT-gestützten Biopsie Material zur histopathologischen Abklärung und Beurteilung der Dignität gewonnen werden, zum anderen eine Suche nach einem möglichen Primärtumor erfolgen. Vor der Einleitung der Behandlung und insbesondere vor der Gabe von Steroiden ist zudem die Bestimmung des Differenzialblutbilds erforderlich, um gegebenenfalls die Diagnose einer zugrunde liegenden Leukämie oder Lymphomerkkrankung zu ermöglichen.

■ Prognostische Faktoren

Basiert das spinale Kompressionssyndrom auf einem malignen Geschehen, ist es notwendig, den primären Tumor und den metastatischen Prozess voneinander abzugrenzen, um daraus unterschiedliche Prognosen und therapeutische Intentionen abzuleiten. Lediglich bei einem solitär manifestierten Myelom oder bei mit systemischer Zytostatikatherapie heilbaren Neoplasien (z.B. Hodenmalignome, einige Arten maligner Lymphome) ist eine Kuration möglich. In der Regel ist bei metastatisch bedingter Myelonkom-

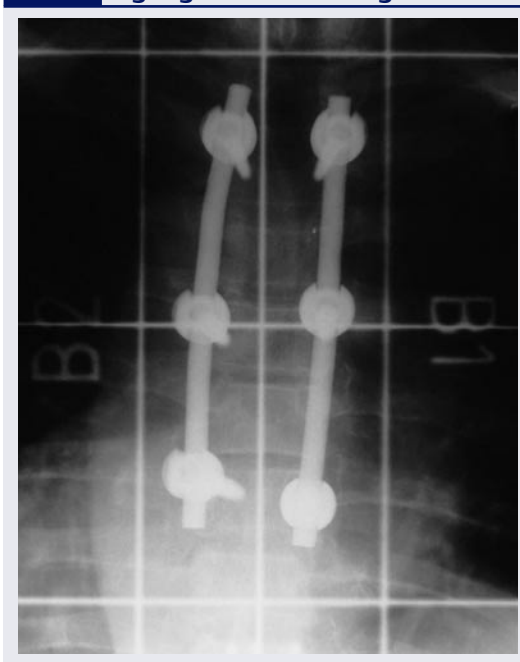
Abb. 1 Kompression des Rückenmarks: ossäre Metastasierung (BWK 11+12)



pression die onkologische Therapie palliativ ausgerichtet.

Als Hilfestellung zur differenzierten und individualisierten (vor allem operativen) Therapieentscheidung für die vorliegende Konstellation gibt es inzwischen unterschied-

Abb. 2 Feldkontrollaufnahme zur Festlegung des Bestrahlungsfeldes



Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.

Kasuistik

Ein 63-jähriger Patient, bei dem zwei Jahre zuvor ein histologisch gesichertes Prostatakarzinom im Stadium der ossären Metastasierung diagnostiziert wurde, erhielt seither palliative endokrine antiandrogene und analgetische systemische Behandlungen sowie eine orale Bisphosphonattherapie. Diffuse wechselnde Knochenschmerzen seien darunter ausreichend gelindert worden. Aufgrund von akuten, stechenden Rückenschmerzen im mittleren Abschnitt der Brustwirbelsäule (BWS), die seit einer Woche verstärkt aufgetreten und nicht durch eine intensivierte analgetische Medikation zu durchbrechen waren, einer zunehmenden schmerzbedingten Einschränkung der Mobilität – der Patient war seit drei Tagen bettlägerig – und einer akut eingetretenen Inkontinenz wurde der Patient an einem Freitagabend notfallmäßig ins Krankenhaus eingeliefert.

Die klinische Untersuchung ergab hochgradige neurologische Ausfälle in den mittleren BWS-Segmenten. Die daraufhin sofort veranlasste MRT wies ursächlich eine BWS-Metastasierung mit extraspinal und intraspinal extraduralen weichteildichten Tumormanifestationen nach. Aufgrund der rasch progredienten Paraplegie erfolgte noch am gleichen Abend die Dekompression des Myelons mit einer Tumoreilresektion über eine Laminektomie der Brustwirbelkörper (BWK) 3–6 mit gleichzeitiger Spondylodese über einen Fixateur interne von BWK 3–7. Am sechsten Tag nach der Operation wurde eine palliative perkutane Radiotherapie der BWK 2–8 mit Photonen (6 MV) eingeleitet und mit Applikation von 30,0 Gy ZVD plangemäß durchgeführt.

Aufgrund dieser Behandlung besserte sich die Mobilität des Patienten, sodass er sich mithilfe eines Gehwagens auf Stationsebene selbstständig fortbewegen konnte. Im Anschluss wurde eine neurorehabilitative Maßnahme veranlasst.

liche Klassifikationen (1, 2, 5, 17–19). Wichtige Parameter in diesen Systemen sind das Ausmaß der ossären Destruktion und der neurologischen Ausfälle. Letztere können graduiert werden, beispielsweise nach Gehfähigkeit, Schwäche in den Beinen, Bettlägerigkeit mit residuellen oder aufgehobenen motorischen und

sensorischen Funktionen in den unteren Extremitäten sowie neurogener Inkontinenz (2). Dabei hat der prätherapeutische Grad der Beweglichkeit einen herausragenden prognostischen Wert für das therapeutische Ansprechen und damit auch für das Überleben (6, 10, 19).

Weitere Klassifikationen orientieren sich am Grad der neurologischen Funktionseinschränkung (5), am Eintreten einer Symptomrückbildung unter einer initialen Kortisontherapie, an prognostischen Kriterien auf der Basis onkologischer Faktoren und an der mutmaßlichen Lebenserwartung (3, 18, 19).

Therapieziele

Die Verbesserung bzw. die Wiederherstellung einer bestmöglichen Lebensqualität sind die vorrangigen Ziele der Behandlung. Das beinhaltet eine effektive Schmerzlinderung sowie die Abwendung oder Rückbildung bzw. Verminderung einer metastatisch bedingten Paraparese oder Paraplegie. Werden diese Ziele der palliativen Behandlung erreicht, bedeutet dies für die Betroffenen zumeist den Erhalt einer als lebenswert beurteilten Lebensqualität: Sie sind ausreichend mobil und können sich weitgehend selbst versorgen. Ist eine tumoröse osteolytische Ver-

änderung die Ursache der Symptomatik, kommt als weiteres Therapieziel die Stabilisierung des betroffenen Wirbelsäulenabschnittes hinzu.

Therapieoptionen

Bei akuter oder einsetzender Querschnittssymptomatik sollte mithilfe einer operativ-mechanischen Dekompression so schnell wie möglich versucht werden, eine spinale Entlastung zu erreichen. Bei Wirbelsäuleninstabilität, ossärer Kompression und/oder Paraplegie ist die operative Intervention mit anschließender perkutaner Radiotherapie das mit hoher Evidenz belegte, am besten geeignete Vorgehen (4, 9, 15) und ist einer alleinigen perkutanen Radiotherapie überlegen (15). Eine perkutane Bestrahlung ist dagegen bei subklinischer Rückenmarkskompression, also bei nicht paraplegischen und ambulant zu behandelnden Patienten ohne Anhalt auf eine Wirbelsäulen-Instabilität, die Therapie der Wahl (13, 20).

Das Spektrum der operativen Verfahren reicht von ausschließlichen Dekompressionen durch mono- oder multisegmentale Fensterungen in Form einer Hemi- oder Laminektomie über zusätzliche Tumorexstirpations- oder -debulking-Operationen bis hin zu sehr komplexen Dekompressionen mit Wirbelkörperrekonstruktionen und Stabilisierungen. Inwieweit diese Optionen durchführbar sind, hängt wiederum davon ab, inwieweit Fixierungen an benachbarten Wirbelsäulensegmenten möglich sind. Generalisierte ossäre Metastasierungen oder ein multipler Myelombefall lassen eine mechanische Stabilisierung auch technisch vielfach nicht zu.

Die operative Entlastung sollte innerhalb kürzester Zeit (Stunden!) erfolgen. Nach jeder Operation ist eine lokale Nachbestrahlung erforderlich, um eine lokale Tumor- und Metastasenkontrolle zu erreichen. Letztere ist ja nicht notwendigerweise primäres (und auch nur selten erreichbares) Ziel der zunächst auf mechanische Entlastung und Stabilisierung ausgerichteten operativen Intervention. Ist ein chirurgischer Eingriff nicht möglich, besteht die-

Abb. 3 Epidurale Karzinose mit Kompression auf das Rückenmark



selbe Dringlichkeit für eine dann alternativ aufzunehmende perkutane Radiotherapie: Notfallbehandlung innerhalb von 24 Stunden (13).

Die entscheidende Voraussetzung für einen onkologisch nachhaltigen Behandlungserfolg ist die örtliche Tumorfreiheit. Möglich wird dies durch eine postoperative perkutane Radiotherapie. Als Zielgebiet der Bestrahlung sind stets auch die unmittelbar benachbarten Wirbelsäulensegmente und gegebenenfalls die paravertebralen Weichteilanteile einzubeziehen, wobei ein ausreichender Sicherheitsabstand eingehalten werden muss.

Als kausales antineoplastisches Behandlungsverfahren beim spinalen Kompressionssyndrom ist die perkutane Radiotherapie sehr gut validiert (6, 8, 10, 13–16). Sie kann eine ausgesprochen gute und lang anhaltende Symptom- und Schmerzkontrolle erzielen (12). Die genaue Dosis-Wirkungsbeziehung und die Fraktionierung sind bislang jedoch – ähnlich wie bei der Radiotherapie von Knochenmetastasen – unzureichend geklärt.

Prospektive Studien konnten bislang kein einziges überlegenes Therapiekonzept (Dosis/Fraktionierung) etablieren (8, 13–15). Am häufigsten eingesetzt werden Fraktionierungsschemata von 10 x 3 Gy, 20 x 2 Gy oder 15 x 2,5 Gy. Allerdings ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen konventionellen Fraktionierungsschemata – ebenso wenig wie zu hypofraktionierten Schemata (8, 15). Daher sind bei der Auswahl der Fraktionierung individuelle Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- die Dauer der Behandlung
- die geschätzte Lebenserwartung
- die Notwendigkeit einer Hospitalisierung
- mögliche Nebenwirkungen und Belastungen für den Patienten.

Wie stark sich spinale Kompressionssymptome zurückbilden, hängt maßgeblich vom Zeitintervall zwischen dem Einsetzen der Symptome und dem Beginn der Therapie (operative und/oder Radiotherapie) sowie vom prätherapeutisch bestehenden Mobilitätsgrad des Be-

troffenen ab. Bildet sich die neurologische Symptomatik nach dem Eingriff oder unter Radiotherapie schnell zurück, kann auf eine begleitende Kortisontherapie verzichtet werden. Wenn bei ossären Wirbelsäulenmetastasen mit konsekutiver Spinalkanalbeteiligung initial Kortikoide eingesetzt werden, ist der Nutzen nur für eine hoch dosierte Dexamethason-Medikation gut belegt.

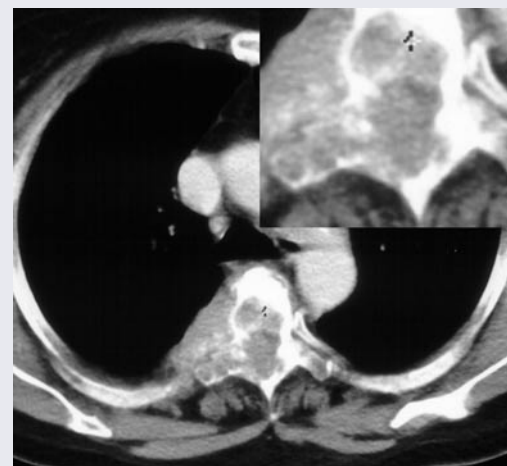
Einflussparameter auf die Therapieentscheidung

Fehlen valide Kriterien zur prädiktiven Beurteilung einer Wirbelsäuleninstabilität und/oder neurologischen Ausfallsymptomatik (20), erschwert dies die Entscheidung, ob im individuellen Fall ein operatives oder ein konservatives Vorgehen den größten Erfolg verspricht. So existieren keine einheitlichen Kriterien und somit keine einheitliche Definition für den Zustand, der eine Wirbelsäuleninstabilität charakterisiert (20). Dennoch ist die Bewertung einer tumorösen Wirbelsäulendestruktion als stabilitätsgefährdend oder instabil der maßgebliche Parameter für die einzuschlagende therapeutische Strategie. Das gilt insbesondere für ein operatives Vorgehen und das hierfür als notwendig erachtete Ausmaß.

Das Vorliegen ausgeprägter neurologischer Ausfälle, deren zeitlich rasche Progredienz, der Nachweis von epiduralen Tumormanifestationen oder Knochenfragmenten intraspinal, unbeeinflussbare massive Schmerzen sowie eine drohende Instabilität sind Indikationen für ein operatives Vorgehen mit nachfolgender Radiotherapie. Die Anzahl bzw. Koinzidenz der einzelnen Kriterien kann die Indikation zur Operation noch verstärken. Nicht zuletzt aufgrund des mehrheitlich palliativen Therapieansatzes ist zuvor jeweils zu klären, ob Komorbiditäten, funktionaler Status, Operations- und Anästhesierisiken eine Operation zulassen und ob eine Funktionsverbesserung, eine Schmerzreduktion oder eine sekundäre Stabilisierung erreicht werden können.

Kommt ein chirurgischer Eingriff nicht infrage, ist eine perkutane Radiotherapie indiziert. Für diese

Abb. 4 BWK-Metastasierung (CT-Übersicht und Ausschnitt)



BWK-Metastasierung mit massivem Einbruch in den Spinalkanal

Behandlungsstrategie sprechen fehlende therapiebedingte Komplikationen oder Mortalität, eine kurze Behandlungsdauer, die gegenüber einem operativen Vorgehen geringere Hospitalisierungsrate und die Radiosensibilität der meisten dem spinalen Kompressionssyndrom zugrunde liegenden Neoplasien. Gerade bei Patienten mit ungünstiger Prognose, kurzer Lebenserwartung und relevanten Komorbiditäten ist dies von Vorteil. Gestützt wird diese Einschätzung auf dem Nachweis der Äquieffektivität bezüglich der funk-

Glossar

- Debulking**
therapeutische Verringerung der Tumormasse
- Dorsalgie**
vertebragene, also von der Wirbelsäule ausgehende Rückenschmerzen
- Paraparese**
unvollständige Lähmung zweier symmetrischer Extremitäten
- Paraplegie**
vollständige Lähmung zweier symmetrischer Extremitäten
- Salvagetherapie**
Rettungstherapie (in der Onkologie: Therapieintention nach Versagen initialer Behandlungskonzepte)

Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.

tionalen Ergebnisse nach Laminektomie versus Radiotherapie (16).

Spricht die spinale Tumormanifestation auf eine Bestrahlungsbehandlung nicht ausreichend an und kommt es daher nicht zu einer suffizienten Tumorremission und/oder lässt sich die klinische Symptomatik (Schmerzen, neurologische Befundkonstellation) nicht ausreichend durch eine Radiotherapie (evtl. in Kombination mit Kortikoid- und gegebenenfalls Chemotherapie) beherrschen, muss rasch über alternative therapeutische Optionen entschieden werden. In Analogie zum Vorgehen zur Entscheidung über die primäre Therapiemodalität ist in einem solchen Fall erneut interdisziplinär abzuklären, ob sich aus der aktuell vorliegenden klinischen Situation heraus sekundär eine Indikation und Möglichkeiten zu einem operativen Vorgehen als Salvagetherapie ergeben.

Tumor-related Spinal Cord Compression – Multidisciplinary Management is Needed

A tumor-related spinal cord suppression syndrome, which usually occurs late in the course of a malignant disease, represents an oncological emergency. The most common cause is hematogenous metastatic spread to the spine from organ primaries, with secondary involvement of the spinal canal; intraspinal tumors are less common. Management decisions are always interdisciplinary and must be made on an individual basis with the least possible loss of time. The most important criteria here are the basic neurological situation, the progression dynamics of the neurological symptoms, and the effect of initial high-dose corticoids. When there are incipient symptoms of paralysis, surgical relief of the spinal cord should be undertaken as soon as possible, followed by stabilization of the spinal segments affected. If a surgical intervention is not possible, irradiation offers an alternative. The extent to which spinal cord symptoms regress during the course of treatment depends on the time that has elapsed between onset of symptoms and initiation of treatment, which in the

great majority of cases takes the form of combined multimodal therapy. A further decisive factor is the degree of pretreatment mobility of the patient.

Key Words

metastatic spinal cord compression – surgical strategy – radiotherapy – decision-making parameters

Literatur

1. Abdu WA, Provencher MT, Weinstein JN. Classification of spinal metastases. In: Heiner JP, Kinsella TJ, Zdeblick TA (eds). Management of metastatic disease to the musculoskeletal system. St. Louis (USA): Quality Medical Publishing, 2002, 370–372
2. Brice J, McKissock W. Surgical treatment of malignant extradural spinal tumours. Br Med J 1965; 5446: 1341–1344
3. Enkaoua EA, Doursounian L, Chatellier G et al. Vertebral metastases: a critical appreciation of the preoperative prognostic tokuhashi score in a series of 71 cases. Spine 1997; 22 (19): 2293–2298
4. Galasko CS, Norris HE, Crank S. Spinal instability secondary to metastatic cancer. J Bone Joint Surg Am 2000; 82: 570–594
5. Harrington KD. Metastatic disease of the spine. J Bone Joint Surg 1986; 68A: 1110–1115
6. Helweg-Larsen S, Sorensen PS, Kreiner S. Prognostic factors in metastatic spinal cord compression: a prospective study using multivariate analysis of variables influencing survival and gait function in 153 patients. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2000; 46: 1163–1169
7. Hill ME, Richards MA, Gregory WM et al. Spinal cord compression in breast cancer: a review of 70 cases. Br J Cancer 1993; 68: 969–973
8. Hoskin PJ, Grover A, Bhana R. Metastatic spinal cord compression: radiotherapy outcome and dose fractionation. Radiother Oncol 2003; 68: 175–180
9. Loblaw DA, Laperriere NJ. Emergency treatment of malignant extradural spinal cord compression: an evidence-based guideline. J Clin Oncol 1998; 16: 1613–1624
10. Maranzano E, Latini P. Effectiveness of radiation therapy without surgery in metastatic spinal compression: final results from a prospective trial. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1995; 32: 959–967
11. Maranzano E, Frattegiani A, Rossi R et al. Randomised trial of two different hypofractionated radiotherapy schedules (8 Gy x 2 vs 5 Gy x 3; 3 Gy x 5) in metastatic spinal cord compression (MSCC). Radiother Oncol 2002; 64 (suppl 1): 82 (abstract # 245)
12. Mose S, Pfitzner D, Rahn A et al. Wertigkeit der Radiotherapie in der Behandlung des multiplen Myeloms. Strahlenther Onkol 2000; 176: 506–512
13. Rades D, Heidenreich E, Karstens JH. Final results of a prospective study of the prognostic value of the time to develop mo-

tor deficits before irradiation in metastatic spinal cord compression. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2002; 53: 975–979

14. Rades D, Karstens JH, Alberti W. Role of radiotherapy in the treatment of motor dysfunctions due to metastatic spinal cord compression: comparison of three different fractionating schedules. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2002; 54: 1160–1164
15. Regine WF, Tibbs PA, Young A et al. Metastatic spinal cord compression: a randomized trial of direct decompressive surgical resection plus radiotherapy vs. radiotherapy alone. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2003; 57 (suppl): 125 (abstract #3)
16. Saarto T, Janes R, Tenhunen M, Kouri M. Palliative radiotherapy in the treatment of skeletal metastases. Eur J Pain 2002; 6: 323–330
17. Taneichi H, Kaneda K, Takeda N et al. Risk factors and probability of vertebral body collapse in metastases of the thoracic and lumbar spine. Spine. 1997; 22: 239–245
18. Tokuhashi Y, Matsuzaki H, Toriyama S et al. Scoring system for the preoperative evaluation of metastatic spine tumor prognosis. Spine 1990; 15: 1110–1113
19. Tomita K, Kawahara N, Kobayashi T et al. Surgical strategy for spinal metastases. Spine 2001; 26: 298–306
20. Walker MP, Yaszemski MJ, Kim CW et al. Metastatic disease of the spine: evaluation and treatment. Clin Orthop 2003; 415 (suppl): 165–175

Anschrift des Verfassers

PD Dr. R. Souchon
 Klinik für Strahlentherapie und
 Radioonkologie
 Allgemeines Krankenhaus Hagen gGmbH
 Grünstr. 35
 58095 Hagen