

H. J. Koch<sup>1</sup>  
K. Witzel<sup>2</sup>  
C. Raschka<sup>3</sup>  
S. Schiffhauer<sup>4</sup>

# Die zirkadiane Rhythmik der Inzidenz distaler Radiusfrakturen unterscheidet sich bei jungen und älteren Patienten

*The Circadian Periodicity of Incidence of Distal Radius Fractures Differs between Young and Elderly Patients*

## Zusammenfassung

Die Häufigkeit distaler Radiusfrakturen zwischen 1997 und 1999 wurde retrospektiv für die Altersgruppen über 50 und unter 40 Jahre getrennt deskriptiv und teststatistisch ( $\chi^2$ -Test, Kolmogorov-Smirnov-Test) ausgewertet. Die Zeitreihendaten wurden an ein Kosinormodell (Kosinuskurve) mittels nichtlinearer Regression angepasst, um eine zirkadiane oder zirkannuale Rhythmik zu detektieren. Die Güte der Anpassung wurde durch die F-Statistik und  $r^2$  (Determinationskoeffizient) geprüft. Während bei den älteren Patienten die Unfälle in der häuslichen Umgebung (61,7%) dominierten, waren bei den jüngeren Patienten Sport- und Freizeitunfälle mit 48,4% die häufigste Ursache. Das Merkmal Alter erwies sich als signifikanter Einflussfaktor in Bezug auf die Unfallursache. Für beide Gruppen ließ sich eine zirkadiane Periodizität der Häufigkeit distaler Radiusfrakturen errechnen mit Maxima am Nachmittag, wobei das Maximum im Tagesverlauf bei den älteren Patienten etwa 1,5 Stunden früher (phase advance) beobachtet wurde. Die Amplitude der angepassten Kurve war bei älteren Patienten um etwa 30% reduziert. Die saisonale Häufigkeitsverteilung zeigte bei Patienten über 50 Jahre nicht signifikante Maxima im Mai und Dezember/Januar, während Radiusfrakturen bei jüngeren Patienten vor allem in den Sommermonaten ab Mai gehäuft auftraten.

## Abstract

The frequency of distal radius fractures between 1997 and 1999 in patients older than 50 and younger than 40 years was evaluated retrospectively by means of a Chi-square test and Kolmogorov Smirnov test. Time series data were fitted to cosine model using nonlinear regression in order to detect a circadian or circannual rhythm. The goodness of fit was assessed by means of the F-statistics and the coefficient of determination  $r^2$ . Accidents at home were recorded most frequently in elderly patients (61.7%) whereas accidents during sports and spare time activities (48.4%) dominated with regard to younger patients. The type of accident was significantly influenced by the factor age. A significant circadian cosine model of frequency of radius fractures could be calculated for both younger and elderly patients with acrophases during the afternoon characterized by a phase advance (approx. 1.5 hours) in the elderly group. The amplitudes of the cosine model were reduced in order of 30% in the elderly. Analysis of seasonal variation showed non-significant maximum values in May and December/January in the elderly. On the contrary, the frequency of distal radius fractures showed a unimodal distribution with peak values during summer in younger patients.

## Institutsangaben

<sup>1</sup> Psychiatrische Universitätsklinik, Gerontopsychiatrie, Universität Regensburg

<sup>2</sup> Helios St.-Elisabeth-Klinik Hünfeld, Chirurgie

<sup>3</sup> Institut für Sportwissenschaften, Abteilung Sportmedizin, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt

<sup>4</sup> Chirurgische Abteilung, Herz-Jesu-Krankenhaus Fulda

## Korrespondenzadresse

Dr. med. Dr. rer. nat. H. J. Koch MFPM DCPSA · Psychiatrische Universitätsklinik · Gerontopsychiatrie ·  
Universitätsstraße 84 · 93053 Regensburg · Tel.: + 49/941/941-0 · Fax: + 49/941/941-1205 ·  
E-mail: horst.koch@bkr-regensburg.de

## Bibliografie

Akt Traumatol 2003; 33: 263–266 © Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York · ISSN 0044-6173

## Einleitung

Die distale Radiusfraktur ist mit 10–25% die häufigste Fraktur des menschlichen Skeletts. Betroffen sind vorwiegend Kinder zwischen 6 und 10 Jahren sowie 60- bis 80-jährige Frauen [2–4,8]. Die Inzidenz beträgt derzeit 2 bis 3 pro 1000 Einwohner/Jahr mit steigender Tendenz aufgrund der sich verändernden Altersstruktur in den westlichen Industrienationen. Bei der Verteilung fallen 2 Altersgipfel auf. Eine Gruppe bilden die 6- bis 10-Jährigen und eine weitere das 6. und 7. Dezennium. In der letztgenannten Gruppe ist der Frauenanteil doppelt so hoch, was von manchen Autoren auf die postmenopausale High-turnover-Osteoporose zurückgeführt wird [1,7]. Freizeit- und Sportaktivitäten sind zu etwa 45% Ursache von Radiusfrakturen und somit in ihrer Häufigkeit vergleichbar mit den Unfällen in der häuslichen Umgebung, so dass die körperliche Aktivität einen kausalen Faktor für das Auftreten von Radiusfrakturen darstellt [11].

Neben den epidemiologischen Charakteristiken Häufigkeit, Altersverteilung und Genese von Radiusfrakturen stellt sich die Frage nach der Periodik der Häufigkeit, sowohl zirkadian als auch zirkannual. Grundsätzlich bleiben die biologischen Rhythmen im Alter erhalten, auch wenn sich die Amplitude tendenziell verringert und bei einigen Rhythmen die Phase verschoben wird. Als Beispiel für solche Periodizitäten seien die zirka-, infra- und ultradianen Rhythmen der Hormonsekretion aufgeführt. Die Periodizitäten der Hormonsekretion bleiben im Alter erhalten, auch wenn sich häufig Amplitudenreduktionen (z. B. DHEA-S) oder höhere Amplituden (z. B. Insulin) zeigen [9]. Für das DHEA-S wird zusätzlich eine Phasenverschiebung (Phase advance) beschrieben. Die vorliegende epidemiologische Untersuchung soll der Frage nachgehen, ob sich die zirkadiane und zirkannuale Verteilung der Radiusfrakturen bei jungen und älteren Patienten unterscheidet.

## Methode

Die Häufigkeit distaler Radiusfrakturen, die vom 1. Januar 1997 bis 31. Dezember 1999 in der chirurgischen Ambulanz des Herz-Jesu-Krankenhauses Fulda behandelt wurden, wurde retrospektiv erfasst und unter der Fragestellung einer zirkadianen oder zirkannualen Rhythmik bei älteren Patienten über 50 Jahre (22 m., 131 w., Alter: 72,3 J., SD 10,5) und jüngeren unter 40 Jahre (98 m., 89 w., Alter: 13,3 J., SD 9,3) ausgewertet. Die statistischen Berechnungen und Kurvenanpassungen wurden mit Standardsoftware durchgeführt (Statistica, Tulsa, USA und SPSS-Table Curve 2D, Chicago, USA).

Alle Daten wurden deskriptiv (monovariate Häufigkeitsverteilungen) ausgewertet. Die Häufigkeit von distalen Radiusfrakturen (Hi [1/Intervall]; 1/h bzw. 1/Monat) wurden an ein Kosinormodell (Kosinuskurve) mittels nichtlinearer Regression angepasst:  $Hi = MESOR + AMP \cdot \cos(2\pi \cdot t/PER + ACR)$ . Die Kurve wird durch die Periode (PER, 24 Stunden oder 12 Monate), den Mittelwert über 24 Stunden oder 12 Monate (MESOR; Midline Estimating Statistic of Rhythm), die Amplitude (AMP), die Zeit t (Tageszeit, Monat) und die Akrophase (ACR; „Maximum“; Referenzzeit: 0.00 Uhr oder 1. Januar) charakterisiert. Die Güte der

Anpassung („goodness of fit“) wurde durch die F-Statistik (ANOVA) und  $r^2$  (Determinationskoeffizient), der den durch das Modell erklärten Anteil der Variabilität der abhängigen Variablen angibt, geprüft. Der Unterschied zwischen zwei Verteilungen wurde mittels des Zweistichprobentests für Verteilungen nach Kolmogorov-Smirnov (KS-Test) geprüft [12]. Die Abhängigkeit des Merkmals Alter (klassiert) von den Ursachen wurde mittels des  $\chi^2$ -Tests (Kontingenztafeln) untersucht und der Kontingenzkoeffizient (analoge Größe für kontinuierliche Daten: Korrelationskoeffizient) als Maß für die Stärke des Zusammenhangs berechnet [12].

## Ergebnisse

Bei älteren Patienten dominierten die Unfälle in der häuslichen Umgebung mit 61,7% als Ursache einer Radiusfraktur. Sport- und Freizeitunfälle waren in dieser Altersgruppe in 33,1% der Fälle Ursache der Fraktur. Bei jüngeren Patienten waren 26,3% der Frakturen durch Unfälle zu Hause und 48,4% durch Unfälle in der Freizeit oder Sport bedingt. Als weitere häufige Ursachen bei jüngeren Patienten wurden Unfälle am Arbeitsplatz (5,4%) und während der Schulzeit (9,1%) dokumentiert. Die Auswertung der Kontingenztafel der Merkmale Alter versus Unfallursache zeigte einen signifikanten Zusammenhang beider Merkmale ( $p < 0,05$ ). Der Kontingenzkoeffizient als Maß der Stärke des Zusammenhangs wurde zu 0,83 errechnet.

In den Abb. 1 a und b sind die zirkadianen Verteilungen der Häufigkeiten bei älteren (> 50 J.) und jüngeren (< 40 J.) Patienten durch die entsprechenden Kosinuskurven (Kosinoranalyse) dargestellt. Die Häufigkeitsverteilungen entstammten nicht der gleichen Grundgesamtheit (KS-Test,  $p < 0,05$ ). Während bei den jüngeren Patienten eine unimodale Verteilung mit einem Maximum zwischen 16.00 und 18.00 Uhr vorlag, zeigte sich bei älteren Patienten eine leichte Phasenverschiebung in die frühen Nachmittagsstunden und zusätzlich ein zweiter Peak der Verteilung am späten Vormittag zwischen 10.00 und 12.00 Uhr. Beide Kosinormodelle erwiesen sich als statistisch signifikant ( $p < 0,01$ ), wobei aber die Güte der Anpassung bei den jüngeren Patienten aufgrund der unimodalen Anpassung besser war ( $r^2 = 0,80$  versus 0,54). Die Akrophase lag bei den älteren gegen 13.54 Uhr und bei den jüngeren Patienten gegen 15.36 Uhr. Die Amplituden betragen 7,6 respektive 11,0 (n/h).

Die Häufigkeitsverteilungen (Histogramme) der saisonalen Inzidenzen von Radiusfrakturen sind in den Abb. 2 a und b dargestellt. Während für beide Gruppen ein Extremum im Mai gefunden wurde, wies die Verteilung bei älteren Patienten zusätzlich ein Maximum in den Monaten Dezember und Januar auf, was einer bimodalen Verteilung entspricht. Die Unterschiede der jahreszeitlichen Verteilungen zwischen beiden Gruppen waren statistisch nicht signifikant (KS-Test,  $p > 0,1$ ).

## Diskussion

Neben den epidemiologischen Charakteristiken Häufigkeit, Altersverteilung und Genese von Radiusfrakturen stellt sich die Frage nach der Periodik der Häufigkeit, sowohl zirkadian als auch

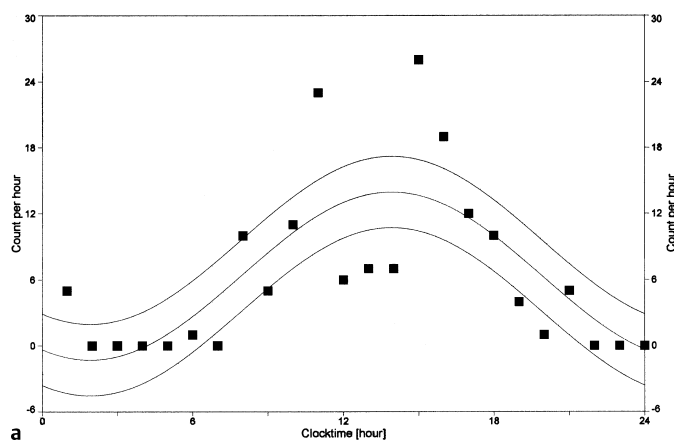


Abb. 1a Zirkadiane Periodizität distaler Radiusfrakturen zwischen 1997 und 1999 bei Patienten > 50 Jahre. Die Kosinoranalyse (90%-Konfidenzintervall) zeigt einen signifikanten 24-Stunden-Rhythmus mit einem Maximum (Akrophase) gegen 13.54 Uhr. Der Mittelwert über 24 Stunden (MESOR) beträgt 6,3/h (SD = 1,08) und die Amplitude 7,6/h (SD = 1,5).  $r^2 = 0,54$  und  $p < 0,05$ .

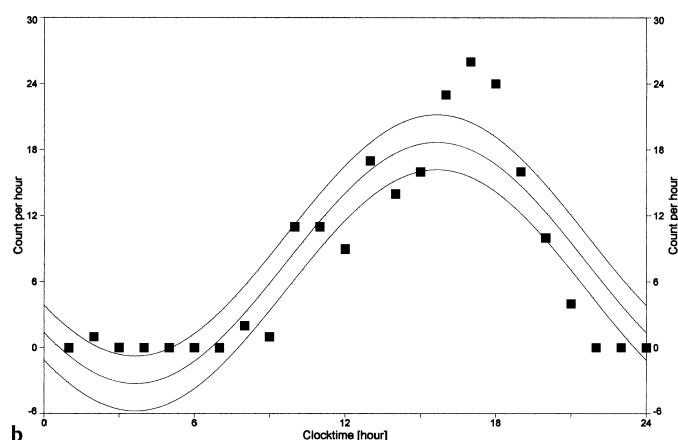


Abb. 1b Zirkadiane Periodizität distaler Radiusfrakturen zwischen 1997 und 1999 bei Patienten < 40 Jahre. Die Kosinoranalyse (90%-Konfidenzintervall) zeigt einen signifikanten 24-Stunden-Rhythmus mit einem Maximum (Akrophase) gegen 15.36 Uhr. Der Mittelwert über 24 Stunden (MESOR) beträgt 7,7/h (SD = 0,8) und die Amplitude 11,0/h (SD = 1,2).  $r^2 = 0,8$  und  $p < 0,05$ .

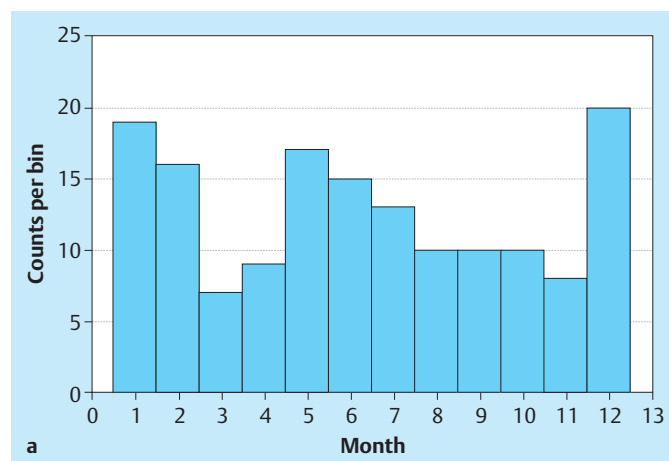


Abb. 2a Histogramm der zirkannualen Verteilung distaler Radiusfrakturen zwischen 1997 und 1999 bei Patienten > 50 Jahre. Ein signifikantes periodisches Modell lässt sich mittels Kosinoranalyse nicht anpassen. Es findet sich eine bimodale Verteilung mit Peaks im Mai/Juni und Dezember/Januar.

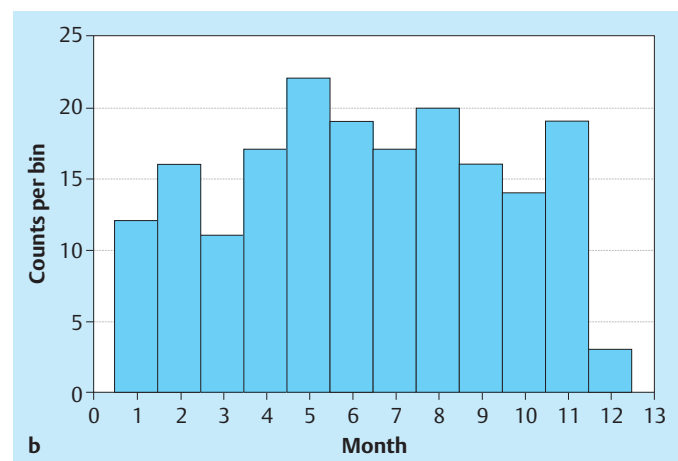


Abb. 2b Histogramm der zirkannualen Verteilung distaler Radiusfrakturen zwischen 1997 und 1999 bei Patienten < 40 Jahre. Ein signifikantes periodisches Modell lässt sich mittels Kosinoranalyse nicht anpassen. Die Verteilung zeigt eine leichte Häufung in den Sommermonaten. Die Häufigkeitsverteilungen in a und b unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (KS-Test).

zirkannual. Reinberg [6] berichtet über eine zeitlich bimodale zirkadiane Verteilung von Unfällen mit Maxima zwischen 10.00 und 11.00 Uhr sowie zwischen 16.00 und 17.00 Uhr, unabhängig vom Unfallsetting. Diese bimodale Verteilung lässt sich auch für Subgruppen, z. B. Verkehrsunfälle oder Unfälle bei Kindern, immer wieder bestätigen, wobei jeweils gut identifizierbare Maxima in den späten Morgen- und Nachmittagsstunden gefunden werden. Die zirkannuale Periodizität zeigt ebenso zwei Gipfel im Frühjahr (März, Mai) und im Herbst (November, Dezember), wobei die Amplitude geringer ausgeprägt ist als bei der zirkadianen Rhythmik. Unsere Ergebnisse stimmen mit den Befunden, die z. B. bei zirkadianen Rhythmen von Hormonprofilen gemacht werden, gut überein. Bei älteren Personen findet sich in Bezug auf die tageszeitliche Häufigkeitsverteilung von distalen Radiusfrakturen eine vergleichbare Vorverlagerung der Akrophase (phase advance) und eine verringerte Amplitude.

Diese Untersuchungen sind ein Indiz dafür, dass grundlegende soziologische und biologische Rhythmen das Unfallgeschehen, beeinflusst durch äußere Zeitgeber, bestimmen. Die maximale psychophysische Leistungsfähigkeit im Verlauf des Tages ist in späten Nachmittags- bzw. den frühen Abendstunden anzusiedeln [10]. Während des Nachmittags nimmt die soziale Aktivität zu, wobei Konzentration und Psychomotorik noch nicht ihr Maximum erreicht haben. Eine Häufung von Unfällen mit chirurgisch zu versorgenden Verletzungen wird z. B. für Verkehrsunfälle in den Nachmittagsstunden gegen 17.00 Uhr beschrieben [5]. Neben endogenen psychophysischen Faktoren (Aufmerksamkeit, Konzentration, Vigilanz) spielt die allgemeine soziale Aktivität, die schließlich zum Unfall führt, eine Rolle. In dieser Studie wird erstmals ein signifikantes rhythmometrisches zirkadianes Modell beschrieben, ohne dass kausale Aussagen über den Einfluss der einzelnen Einflussfaktoren möglich sind. Die Vermutung, dass die soziale Aktivität am frühen Nachmittag zu-

nimmt und die psychophysische Leistungsfähigkeit sich aber erst einige Stunden später verbessert, wäre ein denkbarer Erklärungsversuch.

## Literatur

- <sup>1</sup> Allfram PA, Bauer GCH. Epidemiology of fractures of the forearm. A biomechanical investigation of bone strength. *J Bone Surg Am* 1963; 44: 105–114
- <sup>2</sup> Bahm J, Faye N, Nonnenmacher J. Die operative Behandlung der distalen Radiusfrakturen – ein geschlossenes Therapiekonzept. *Chirurg* 1994; 165: 999–1003
- <sup>3</sup> Jupiter JB. Fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1991; 73: 461–464
- <sup>4</sup> Owen RA, Melton LJ, Johnson KA, Ilstrup DM, Riggs BL. Incidence of Colles fracture in a North American community. *Am J Public Health* 1982; 72: 605–607
- <sup>5</sup> Quadri B, Casabianca A, Martinoli S. Traffic injuries in the Tessin Canton in 1982 and in 1985. Epidemiology, surgery and socioeconomic aspects. *Helv Chir Acta* 1989; 56: 113–120
- <sup>6</sup> Reinberg A. *Les rythmes biologiques: Mode d'emploi*. Paris: Flammarion, 1994: 65–76
- <sup>7</sup> Rueger JM, Linhart W, Sommerfeldt DW. Differentialindikation zur Behandlung der distalen Radiusfraktur. *Trauma Berufskrankheit* 1998; 1: 6–14
- <sup>8</sup> Sennwald G. *Das Handgelenk*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1987
- <sup>9</sup> Touitou Y, Haus E. Biological rhythms and aging. In: Touitou Y, Haus E (Eds). *Biological Rhythms in Clinical and Laboratory Medicine*. Heidelberg: Springer, 1994: 188–207
- <sup>10</sup> Winget CM, Soliman MR, Holley DC, Meylor JS. Chronobiology of physical performance and sports medicine. In: Touitou Y, Haus E (Eds). *Biologic Rhythms in Clinical Laboratory Medicine*. Heidelberg: Springer, 1994: 230–242
- <sup>11</sup> Witzel K, Raschka C, Koch HJ. Häufigkeit, Verteilung, Ursachen und Behandlung von distalen Radiusfrakturen zwischen 1997 und 1999: Retrospektive Auswertung von 366 Fällen. 166. Tagung der Vereinigung Nordwestdt. Chirurgen. Hamburg, Dez. 2000
- <sup>12</sup> Zar JH. *Biostatistical Analysis*. Englewood Cliffs: Prentice Hall International Edition, 1984