

Atmung und HRV

Einfluss der Atmung auf die Ergebnisse der Kurzzeit-HRV

Bei der Interpretation der Ergebnisse der Kurzzeit-HRV wird die Atmung meist nicht berücksichtigt, obwohl sie eine wesentliche Quelle der Herzfrequenzvarianz darstellt. Insbesondere unter Ruhebedingungen hat die Atmung einen großen Einfluss auf die Herzfrequenzregulation.

Im Gegensatz zur RSA-Messung erfolgt bei der Kurzzeit-HRV keine Vorgabe der Atmung. Es ist ja gerade das Ziel der Kurzzeit-HRV, zu beobachten wie sich der Parasympathikus auf die vermeintlichen Ruhebedingungen einstellt. Beispielsweise gelingt es Stress-, Angst- und Depressionspatienten oft nicht in die Ruhe zu kommen. Diese Patienten atmen oft schnell und flach mit einer daraus resultierenden geringen HRV.

Der starke Einfluss von Atemfrequenz und Atemtiefe auf die neurovegetative kardiale Regulation ist im übrigen schon lange bekannt. Insbesondere eine tiefe und langsame Atmung (4-6 Atemzüge pro Minute) führt zu einem Maximum der respiratorischen Sinusarrhythmie. Zunehmende Atemfrequenzen gehen mit einer Verringerung der respiratorischen Sinusarrhythmie einher. Das Alter des Patienten spielt dabei ebenfalls eine wichtige Rolle: Mit zunehmenden Alter wird die respiratorische Sinusarrhythmie geringer. Die Abbildung verdeutlicht beispielhaft den Einfluss der Atemfrequenz und des Alters auf die Herzratenvariabilität bei der Kurzzeit-HRV.

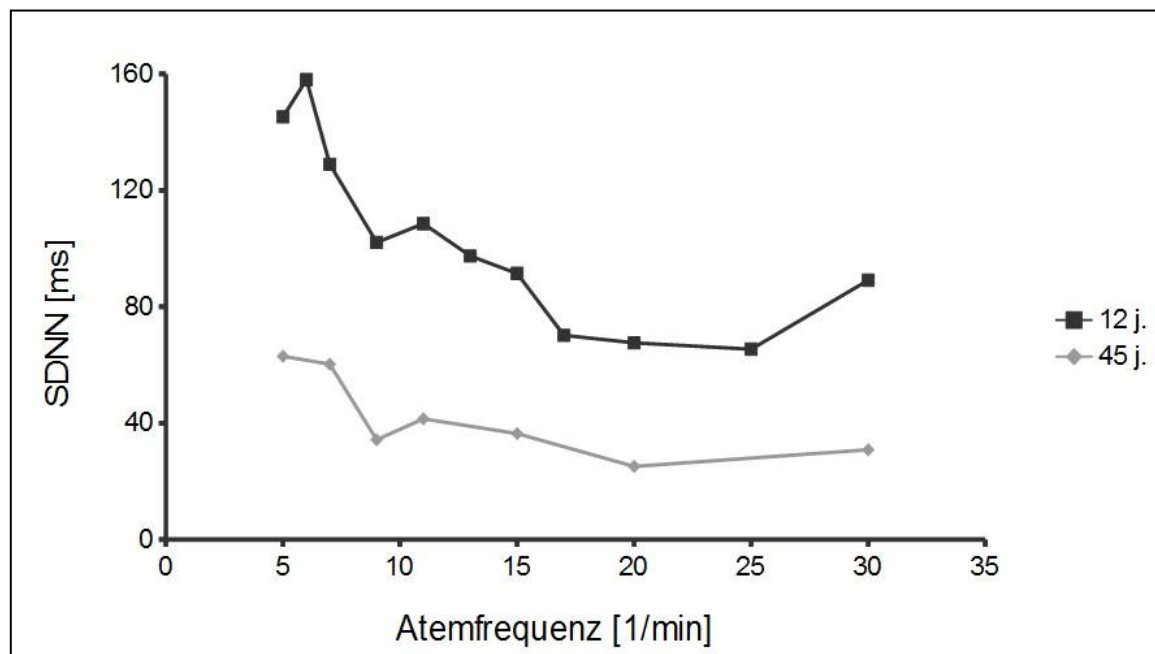


Abb. Sowohl beim Kind als auch beim Erwachsenen nimmt die HRV mit zunehmender Atemfrequenz deutlich ab.

Wir haben in einer Studie untersucht, welche Atemfrequenzen während einer Kurzzeit-HRV auftreten und fanden eine breite Verteilung von 4 - 23 Atemzügen pro Minute. Aufgrund der breiten Verteilung muss mit einem Einfluss der jeweiligen Atemsituation auf Ergebnisse der Kurzzeit-HRV auch im Praxisalltag gerechnet werden. Beispielsweise kann bei hohen Atemfrequenzen insbesondere bei älteren Patienten ein niedriges HRV-Ergebnis auftreten. Dahinter verbirgt sich aber nicht zwangsläufig eine autonome Funktionsstörung, sondern es kann sich um eine physiologische Einschränkung der HRV aufgrund der schnellen Atmung handeln. Im umgekehrten Fall führt eine sehr niedrige Atemfrequenz von 4-5 Atemzügen pro Minute schon rein physiologisch zwar zu höheren Amplituden der Herzfrequenzschwankungen aber zu vergleichsweise niedrigen RMSSD und SD1-Werten, weil sich die angekoppelte Herzfrequenz nur langsam ändert (RMSSD und SD1 messen schnelle Änderungen der Herzfrequenz). Es empfiehlt sich deshalb, die Atemfrequenz bei der Analyse der Kurzzeit-HRV immer mit zu betrachten und das HRV-Ergebnis im Kontext der Atmung zu werten. Zusätzlich wird empfohlen, die Kurzzeit-HRV immer mit einer RSA-Messung bei

6 Atemzügen pro Minute zu ergänzen. Dadurch lässt sich eine rein physiologische Einschränkung der HRV bei hoher oder sehr niedriger Atemfrequenz von einer tatsächlichen parasympathischen Dysfunktion abgrenzen.

Unsere Studie konnte zeigen, dass mentaler Stress bei den meisten Probanden zu einem deutlichen Anstieg der Atemfrequenz führt.

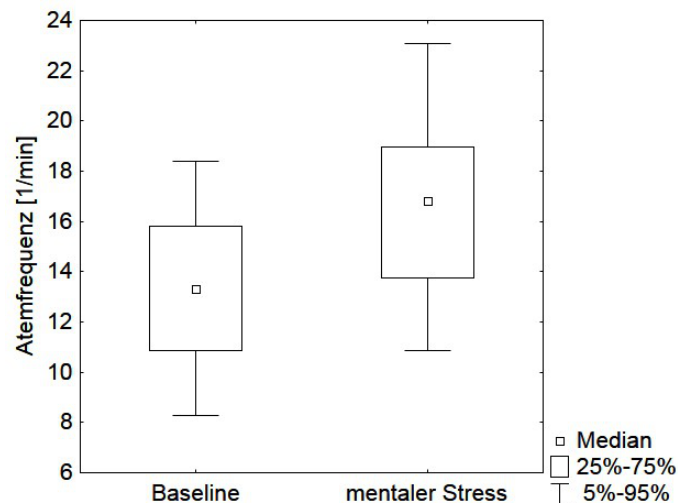


Abb. Atemfrequenzen in Ruhe und unter mentalem Stress (Belastung durch Kopfrechnen)

Es ist auch bekannt, dass insbesondere ängstliche Probanden auf mentalen Stress mit einem Anstieg der Atemfrequenz reagieren. Die Bestimmung der respiratorischen Parameter während der Kurzzeit-HRV kann deshalb ein diagnostischer Hinweis auf das Vorliegen einer möglichen Stressbelastung sein und sollte neben der HRV als weitere physiologische Größe bei Stress- und Belastungsuntersuchungen miterfasst werden. Liegt eine Stress- und Belastungssituation vor, könnten durch die Ermittlung der Atemfrequenz in Ruhe diejenigen Patienten identifiziert werden, die eine hohe Atemfrequenz aufweisen. Diese Patienten würden von einem atemfokussierten Stressbewältigungstraining wie HRV-Biofeedback, Meditation und achtsamkeitsbasierte Stressreduktion besonders profitieren, da sich ein solches Training günstig auf die Atemfrequenz in Ruhe auswirkt.

Unterscheidung Sympathikus - Parasympathikus in der Kurzzeit-HRV

Die Kurzzeit-HRV ist primär ein parasympathischer Funktionstest und liefert keine diagnostisch verwertbaren Aussagen über den Sympathikus. Allenfalls kann eine festgestellte Parasympathikus-Dysfunktion durch einen übermäßigen Sympathikus erklärt werden, wenn Zeichen einer Sympathikusaktivierung wie eine hohe Herzfrequenz vorliegen. Mitunter wird trotzdem der Versuch unternommen eine Aussage über die aktuelle Aktivität von Parasympathikus und Sympathikus zu treffen (vegetative Balance). Bisher verwendete Verfahren wie der LF/HF Quotient und der SD2/SD1 Quotient können diese Fragestellung bislang nicht zufriedenstellend klären. Die Regulationsgeschwindigkeit des Parasympathikus kann aufgrund seiner Physiologie zwar so hoch sein, dass sein Effekt auf die Regulation der Herzfrequenz alleine im HF-Band der Spektralanalyse bzw. einem hohen SD1 liegt. Jedoch kann der Parasympathikus bei langsamer Atmung auch so langsam regulieren, dass seine Regulationsleistung zusammen mit dem Sympathikus im LF-Band der Spektralanalyse, bzw. in einem hohen SD2 zu liegen kommt. So sehen wir z.B. eine ausgeprägte RSA bei einer Atmung von 6/Min. bei 0.1 Hz in der Spektralanalyse und damit im LF-Band. Eine eindeutige Trennung zwischen den beiden Akteuren des vegetativen Nervensystems im LF-Band bzw. im SD2 ist in diesem Fall nicht ohne Berücksichtigung der Atmung möglich.

Eine Hilfestellung hierbei leistet die Beurteilung des Einflusses der Atmung auf die Herzfrequenz, ausgedrückt als Prozentwert 0% bis 100% (=maximale Übereinstimmung von Herzfrequenz- und Atemkurve). Liegt ein hoher Einfluss der Atmung auf die Herzfrequenz vor, so handelt es sich um eine RSA (respiratorische Sinusarrhythmie) und damit um eine primär parasympathische Regulationsleistung - egal ob der Peak in der Spektralanalyse im LF- oder im HF-Bereich liegt.

Fazit

Die Beurteilung der HRV gerade in der Kurzzeit-HRV ist ohne Berücksichtigung der Atmung lückenhaft. Aus diesem Grund haben wir im HRV-Scanner die Bewertung der Atmung aufgenommen. Die Messung der Atmung erfolgt entweder über die Atemkurve aus dem EKG (EDR) oder direkt mechanisch über ein Gurtsystem (nur HRV-Scanner plus). Beide Methoden sind in der Lage unter Ruhebedingungen und im Liegen eine ausreichend gute Bewertung der Atmung zu ermöglichen. Für die EDR ist ein qualitativ gutes EKG Voraussetzung.

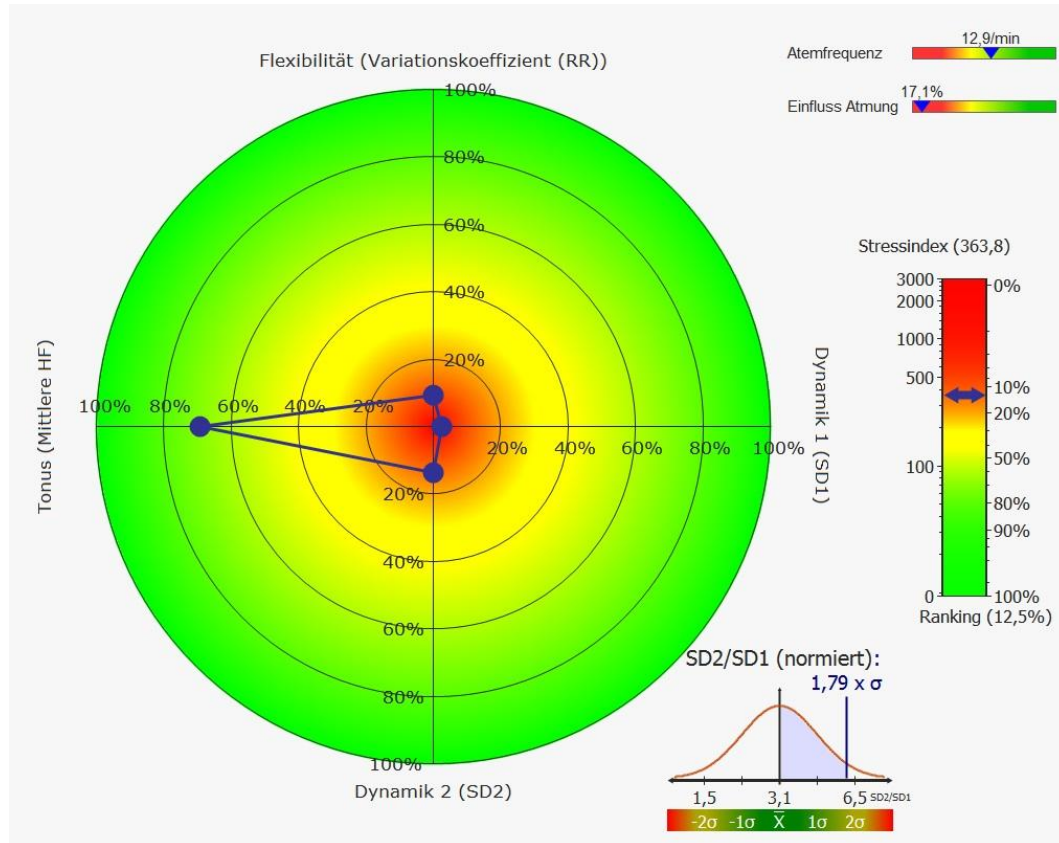


Abb. KHK-Patient mit ausgeprägter parasympathischer Dysfunktion. Normale Atemfrequenz, trotzdem kaum respiratorische Sinusarrhythmie vorhanden bei starker Einschränkung der dynamischen Anteile des Parasympathikus (SD1). In der RSA-Messung auch durch tiefe Atmung nicht stimulierbar.

Im Auswertediagramm der Kurzzeit-HRV wird sowohl die Atemfrequenz als auch der Einfluss der Atmung auf die Herzfrequenz angezeigt. Beide Parameter erlauben eine differenziertere Bewertung der HRV.

Folgende Punkte sind zu beachten:

- hohe Atemfrequenzen sind oftmals ein Hinweis auf Stress- und Belastungssituationen und können eine Erklärung für eine erniedrigte HRV sein.
- niedrige Atemfrequenzen bewirken eine langsame Regulation im Parasympathikus und führen zu vergleichsweise niedrigen RMSSD/SD1-Werten bei hohen Amplituden (hoher SDNN oder Variationskoeffizient).
- eine hoher Einfluss der Atmung auf die Herzfrequenz spricht für das Vorliegen einer RSA und damit für eine hohe Aktivität des Parasympathikus. Diese zeigt sich bei niedriger Atemfrequenz auch im LF-Band der Spektralanalyse und im SD2.
- eine geringer Einfluss der Atmung auf die Herzfrequenz spricht gegen das Vorliegen einer RSA. Dies kann auf eine fehlende Aktivität des Parasympathikus hindeuten (insbesondere wenn Zeichen einer Sympathikusaktivierung vorliegen wie hohe Herzfrequenzen) oder auf hohe Atemfrequenzen und mentale Beanspruchung.

Methoden zur Messung der Atmung

EDR - ECG Derived Respiration (HRV-Scanner standard und HRV-Scanner lite)

Eine indirekte Methode zur Registrierung der Atmung ist die Ableitung des Atemsignals aus dem EKG, genannt ECG Derived Respiration, abgekürzt EDR. Für die EDR macht man sich zu Nutze, dass die Zwerchfellbewegung beim Atmen eine geringfügige Änderung der Herzachse verursacht, die sich über die Amplitudenänderung der R-Zacke im EKG erfassen lässt (siehe Abb.).

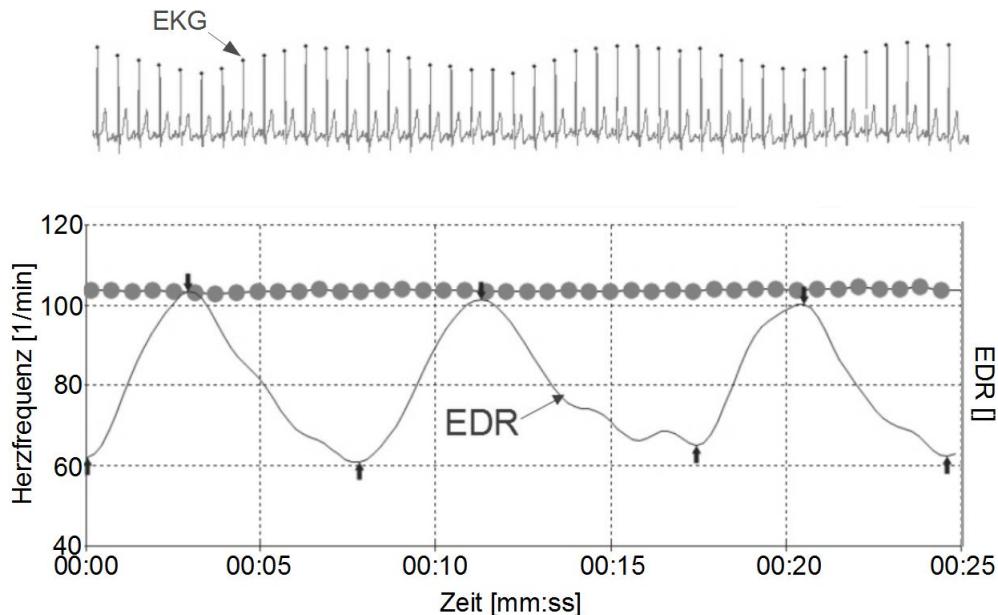
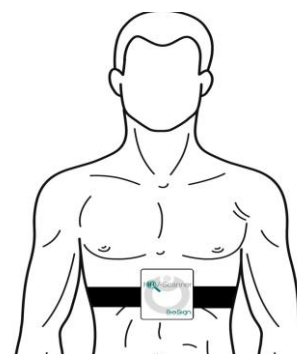


Abb. Durch die respiratorische Zwerchfellbewegung kommt es zu atemsynchronen Änderungen der Herzachse, die sich in einer wechselnden Amplitude der R-Zacke ausdrücken (obere Kurve). Das untere Bild zeigt die korrespondierende Herzfrequenzkurve, sowie die aus der Amplitude der R-Zacken abgeleitete Atemkurve. (Hinweis: Die EDR-Kurve wurde im HRV-Scanner invertiert, um einen möglichst analogen Verlauf mit der Thoraxbewegung zu erzielen.)

Mechanische Bestimmung der Atmung - Atemgurt (HRV-Scanner plus)

Durch einen Brustgurt wird die Atembewegung des Brustkorb gemessen und daraus die Atmung bestimmt. Der Atemgurt ist in der neurovegetativen Funktionsdiagnostik der Goldstandard zur Bestimmung der Atemfrequenz.



EDR und mechanischer Sensoren korrelierten in der Kurzzeit-HRV hinreichend genau für eine Abschätzung der Atemfrequenz mittels EDR ($r = 0,91$). Für eine präzise Analyse ist allerdings ein Atemsensor erforderlich, da bei einzelnen Probanden Abweichungen der Atemfrequenzen von EDR und Brustgurt bis 4 Atemzüge pro Minute auftraten. Auffällig waren nicht respiratorisch bedingte Schwankungen im EDR-Signal, die vor allem bei niedrigeren Atemfrequenzen auftraten, siehe nachstehende Abbildung. Ihr Ursprung ist unklar. Möglicherweise gibt es neben der Zwerchfellbewegung auch noch andere dynamische Einflussgrößen auf die Herzachse. Es wird deshalb empfohlen, das EDR-Signal vor der Interpretation des Messungsergebnisses einer optischen Kontrolle zu unterziehen und die richtige Positionierung der Marker für Ein- und Ausatmung zu prüfen.

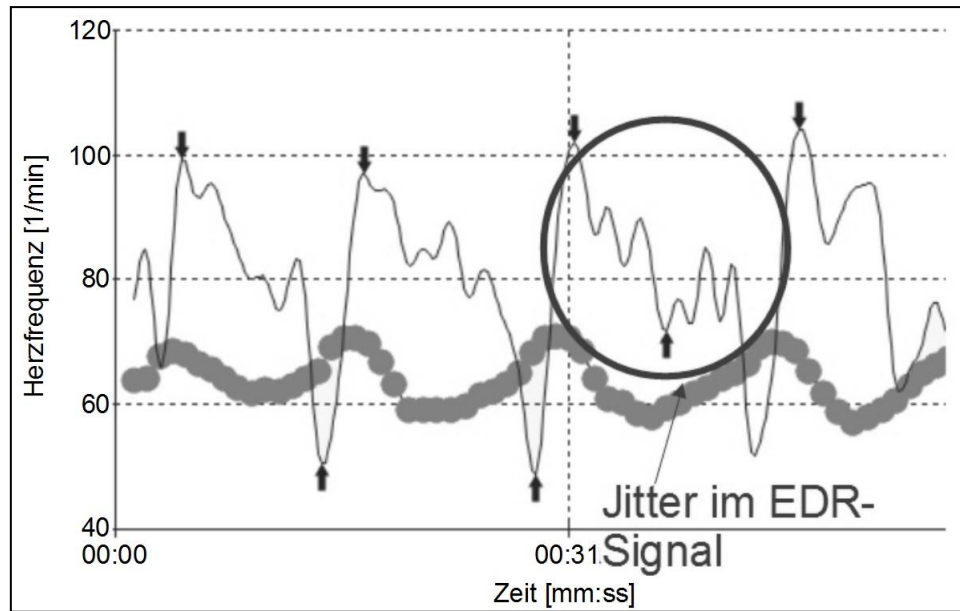


Abb. Störungen im EDR-Signal. Nicht in allen Fällen gelingt es, ein störungsfreies EDR-Signal aufzuzeichnen. Deshalb sollte das EDR-Signal und insbesondere die automatisch gesetzten Markierungen der Atemzyklen durch den Anwender auf Plausibilität geprüft werden.