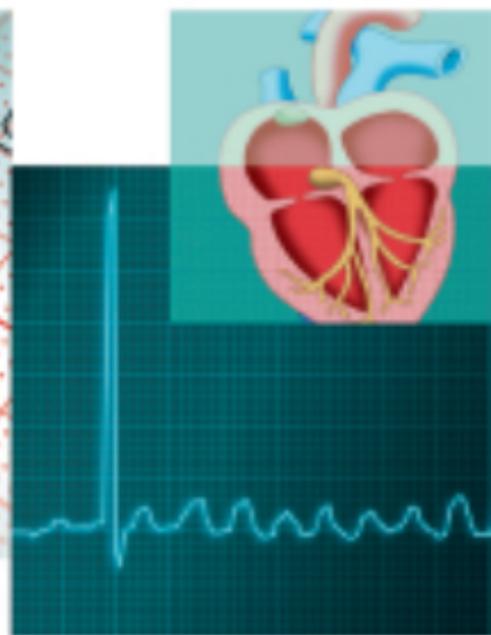
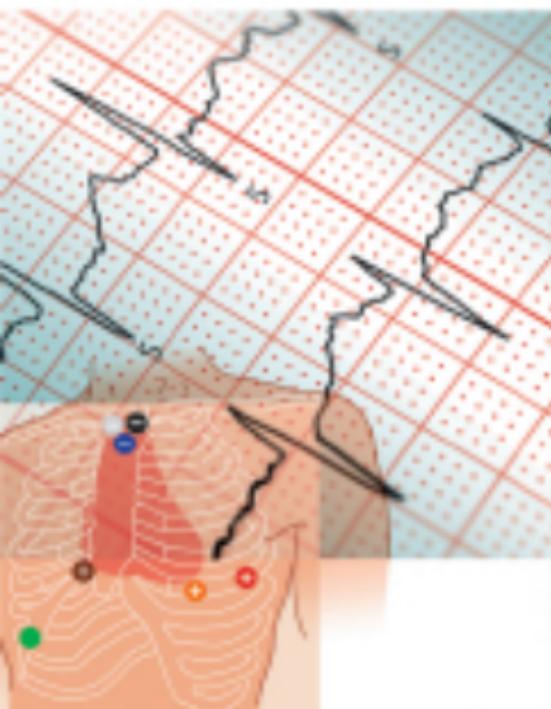


Jan Adamec Richard Adamec

# Das Langzeit-EKG

Handbuch der Interpretation  
des Elektrokardiogramms

2. Auflage



HUBER



---

Adamec/Adamec  
**Das Langzeit-EKG**

Verlag Hans Huber  
**Programmbereich Medizin**

---

## Bücher aus verwandten Sachgebieten

Brause

**Königsweg zum Herzen?**

Der Einfluss nichtmedizinischer Merkmale auf die Versorgung  
mit invasiven kardiologischen Leistungen

2009. ISBN 978-3-456-84649-1

Büsching et al.

**Assessments in der Rehabilitation**

**Bd. 3: Kardiologie und Pneumologie**

2009. ISBN 978-3-456-84571-5

Voegeli

**Praktische Thoraxradiologie**

5. Aufl. 2009. ISBN 978-3-456-84702-3

Battegay/Nosedà/Riesen (Hrsg.)

**Atheroskleroseprävention**

Diagnostik und Therapie von Risikofaktoren

2007. ISBN 978-3-456-84426-8

v. Scheidt/Riecker

**Fragen und Antworten Innere Medizin**

2. Aufl. 2007. ISBN 978-3-456-84482-4

---

Jan Adamec  
Richard Adamec

# Das Langzeit-EKG

Handbuch der Interpretation des  
Elektrokardiogramms

2., unveränderte Auflage

mit Geleitworten von Etienne Delacrétaz,  
Philippe Coumel und Lukas Kappenberger

Verlag Hans Huber

---

Lektorat: Dr. Klaus Reinhardt  
Bearbeitung: Sibylle Tönjes  
Herstellung: Daniel Berger  
Umschlaggestaltung: Claude Borer, Basel  
Druckvorstufe: Rekonstruiert von AZD  
Druck und buchbinderische Verarbeitung: AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten  
Printed in Germany

*Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek*

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie;  
detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.



Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Verfasser haben größte Mühe darauf verwandt, dass die therapeutischen Angaben insbesondere von Medikamenten, ihre Dosierungen und Applikationen dem jeweiligen Wissensstand bei der Fertigstellung des Werkes entsprechen. Da jedoch die Medizin als Wissenschaft ständig im Fluss ist und menschliche Irrtümer und Druckfehler nie völlig auszuschließen sind, übernimmt der Verlag für derartige Angaben keine Gewähr. Jeder Anwender ist daher dringend aufgefordert, alle Angaben in eigener Verantwortung auf ihre Richtigkeit zu überprüfen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen oder Warenbezeichnungen in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen-Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

*Anregungen und Zuschriften an:*

Verlag Hans Huber  
Lektorat Medizin  
Länggass-Strasse 76  
CH-3000 Bern 9  
Tel: 0041 (0)31 300 4500  
Fax: 0041 (0)31 300 4593  
[verlag@hanshuber.com](mailto:verlag@hanshuber.com)  
[www.verlag-hanshuber.com](http://www.verlag-hanshuber.com)

Die französische Ausgabe erschien unter dem Titel *ECG Holter, Manuel d'interprétation électrocardiographique* bei Médecine & Hygiène.

© 2000 Médecine & Hygiène, Genf

2. Auflage 2009

© 2001, 2009 by Verlag Hans Huber, Hogrefe AG, Bern

ISBN 978-3-456-84734-4

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Geleitwort zur 2. Auflage (E. Delacrétaz)</b>	<b>7</b>
<b>Geleitwort (Ph. Coumel)</b>	<b>9</b>
<b>Vorwort (L. Kappenberger)</b>	<b>13</b>
<b>1. Einführung</b>	<b>15</b>
<b>2. Historischer Rückblick</b>	<b>17</b>
<b>3. Technik und Methoden</b>	<b>19</b>
3.1 Vorbereitungen	19
3.2 Aufnahmegeräte	20
3.3 Analysemethoden	20
3.3.1 Manuelle Auswertung	20
3.3.2 Halbautomatische Auswertung	20
3.3.3 Automatische Auswertung	20
3.3.4 Verkleinerte Auswertung	21
3.3.5 Realzeitauswertung	21
3.4 Artefakte	22
3.4.1 Artefakte durch die Vorbereitung	22
3.4.2 Artefakte durch das Aufnahmegerät	22
3.4.3 Artefakte durch den Rekorder	25
<b>4. Interpretation des Elektrokardiogramms</b>	<b>27</b>
4.1 Besonderheiten und Grenzen der Interpretation des Holter-EKGs	27
4.2 Kardialer Grundrhythmus	27
4.2.1 Sinusrhythmus	29
4.2.2 Vorhofflimmern	29
4.2.3 Vorhofflattern	30
4.2.4 Vorhofftachykardie	30
4.2.5 Ventrikuläre Tachykardie	30
4.2.6 Vorhofstille	31
4.3 Supraventrikuläre Hyperexzitation	31
4.3.1 Supraventrikuläre Extrasystolen	31
4.3.2 Supraventrikuläre Tachykardien	32
4.3.3 Vorhofflimmern	37
4.3.4 Vorhofflattern	43
4.4 Ventrikuläre Hyperexzitation	46
4.4.1 Kammerextrasystolen	46
4.4.2 Ventrikuläre Tachykardie	49

4.4.3	Differenzialdiagnose der Tachykardien mit breitem QRS-Komplex	49
4.4.4	Akzelerierter idioventrikulärer Rhythmus	52
4.5	Bradykardien und Pausen	54
4.5.1	Allgemeines	54
4.5.2	Sinusbradykardie	54
4.5.3	Falsche Sinusbradykardie	54
4.5.4	Bradykardie mit AV-Blöcken	55
4.5.5	Sinusknotendysfunktion	55
4.5.6	Pause durch blockierte Sinusknoten-Extrasystole	55
4.5.7	Bradykardie während eines Vorhofflimmerns	55
4.5.8	Artefaktbedingte Bradykardie	59
4.5.9	Artefaktbedingte Pausen	59
4.6	Kardiale Leitungsstörungen	59
4.6.1	Sinu-atriale-Ebene	59
4.6.2	Atrioventrikuläre Blöcke (AV-Blöcke)	60
4.6.3	Schenkelblöcke	67
4.6.4	Präexzitation	67
4.7	ST-Strecken-Analyse	67
4.7.1	Allgemeines	67
4.7.2	Myokardischämie	68
4.8	Holter-EKG und Schrittmacher (Pacemaker; PM)	72
4.8.1	Allgemeines	72
4.8.2	Interpretation der Schrittmacherfunktion	78
4.8.3	Kammerkomplexe und Spontanrhythmus	81
4.8.4	Übersicht der verschiedenen Stimulationsarten auf dem Holter-EKG	85
4.8.5	Musterbericht eines Holter-EKGs bei einem Schrittmacherträger	86
<b>5.</b>	<b>Darstellungsformen der Ergebnisse</b>	<b>89</b>
5.1	Frequenztendenzen	89
5.2	Stundenabschnitte der Herzfrequenz	89
5.3	Histogramme	89
5.4	Elektrokardiographische Aufzeichnung	89
<b>6.</b>	<b>Klinische Anwendung</b>	<b>93</b>
<b>7.</b>	<b>Andere Geräte zur Langzeitaufzeichnung</b>	<b>95</b>
<b>8.</b>	<b>Holter-EKG und implantierter Defibrillator</b>	<b>97</b>
<b>9.</b>	<b>Befundbericht eines Holter-EKGs</b>	<b>99</b>
<b>10.</b>	<b>Schlussfolgerung</b>	<b>103</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>105</b>
	<b>Über die Autoren</b>	<b>108</b>

---

## Geleitwort zur 2. Auflage

Die 24-Stunden-Aufzeichnung des EKGs, die in den 1960er-Jahren von Norman J. Holter erfunden wurde, ist ein wertvolles Instrument, um den Herzrhythmus im Alltagsleben zu beobachten, während einer längeren Periode der Tagesaktivität und im Schlaf. In vielen Fällen erlaubt sie, eine Arrhythmie zu entdecken oder zu präzisieren, eine Therapieindikation zu stellen oder aber Arrhythmien als Ursache der Symptome eines Patienten auszuschließen.

In den letzten Jahrzehnten veränderte sich die Rolle des Langzeit-EKGs aufgrund neuer pathophysiologischer Erkenntnisse und Fortschritte der (vor allem nicht-pharmakologischen) antiarrhythmischen Therapie. Seine Hauptanwendung findet es heute in der Beurteilung von Patienten mit Vorhofflimmern. Auch wenn man zur potenziell kurativen Ablationsbehandlung neigt, bleibt das Langzeit-EKG der Schlüssel zur Dokumentation von Art und Schwere der Arrhythmie sowie zur Beurteilung der Therapieresultate: Kommen vor der Ablation asymptotische Arrhythmie-Episoden vor? Treten typische Passagen des Vorhofflatterns auf? Ist die Funktion des Sinusknotens normal? Gibt es nach der Ablation Rezidive? Mit welchen Arrhythmien korrelieren die Symptome? usw. – das sind die Fragen, die meistens eine 24-Stunden-Aufzeichnung begründen. Ebenso nützlich ist das Langzeit-EKG, wenn man sich für eine pharmakologische Behandlung des Vorhofflimmerns entscheidet: Bremst die Therapie ausreichend die atrioventrikuläre Überleitung? Kommen AV-Blocks oder Bradykardien vor? Außerdem lässt sich mit dem Langzeit-EKG ein asymptotisches Flimmern in unterschiedlichen Situationen untersuchen. Zum Beispiel ist ein Embolus infolge eines Vorhofflimmerns Ursache von 20–25 % der zerebralen Insulte, und man diskutiert seit langem über die Bedeutung des Langzeit-EKGs, um ein solches asymptotisches Vorhofflimmern zu entdecken. Sicherlich ist eine längere Aufzeichnung wünschenswert, um die Sensitivität zu erhöhen, aber ein 24-Stunden-EKG, das zahlreiche supraventrikuläre Extrasystolen zeigt, kann eine Gruppe von Hochrisiko-Patienten identifizieren, bei denen das Vorhofflimmern eingehender abgeklärt werden muss.

Daneben bleibt das Langzeit-EKG unverzichtbar, um Patienten mit Palpitationen, Schwindelanfällen oder Synkopen abzuklären. Es ist essenziell, die Symptome ganz genau mit eventuellen Rhythmusstörungen zu korrelieren; deshalb sind die Tagebuchaufzeichnungen, die der Patient führt, so wichtig. Da manche Symptome und manche Arrhythmien nur selten auftreten, kann das Aufzeichnungsfenster zu klein sein; dank neuer miniaturisierter Speicherkarten kann es auf 7 oder 10 Tage ausgedehnt werden. Allerdings kann die Ausdehnung der Aufzeichnungsdauer auch die Auswertungszeit erheblich verlängern, denn mit den bedeutsamen Ereignissen nehmen auch die Artefakte mit der Aufzeich-

nungszeit zu und komplizieren die Analyse. Manchmal kann ein Negativbefund, das Fehlen identifizierbarer Rhythmusstörungen zur Zeit der Symptome, den Patienten sehr erleichtern und die Abklärung in eine andere Richtung lenken.

Bei der ischämischen Herzkrankheit und der dilatativen Kardiomyopathie dagegen hat das Langzeit-EKG seine Bedeutung zur Risikostratifizierung eines plötzlichen Herztodes im Hinblick auf die Entscheidung zur Defibrillator-Implantation verloren. Aber das Ausmaß ventrikulärer Arrhythmien bleibt immer noch mit dem Risiko des terminalen Herzversagens korreliert, und außerdem kann das Langzeit-EKG eingesetzt werden, um auszuschließen, dass die medikamentöse Therapie zu gefährlichen Überleitungsstörungen oder Bradykardien führt.

Manchmal werden bei Schrittmacherträgern Langzeit-Aufzeichnungen durchgeführt. Einige dieser Aufzeichnungen können sich bei modernen Schrittmachern als unnötig herausstellen, weil diese selbst über eine lange Zeit aufzeichnen, und das durch die intrakavitäre Ableitung oft in überlegener Qualität. Wenn trotzdem eine Langzeit-Aufzeichnung durchgeführt wird, etwa um eine Fehlfunktion des Schrittmachers beurteilen zu können, stellen sich dem Kliniker Interpretationsprobleme angesichts der vielfältigen Algorithmen zur Optimierung der Schrittmacherfunktion. Neue Techniken wurden entwickelt mit dem Ziel, die Effektivität gegenüber der kontinuierlichen Aufzeichnung zu verbessern. Der Loop-Recorder erlaubt eine längere Beobachtungsdauer ohne größeren Auswertungsaufwand, aber er liefert oft unvollständige Informationen über Auslösung und Dauer der Arrhythmien. Der implantierbare Event-Recorder ist sicher in vielen Situationen nützlich, vor allem bei einer unerklärten Synkope; in letzter Zeit sind neue Modelle entwickelt worden, um das plötzliche Auftreten eines Vorhofflimmerns und das Ausmaß der Arrhythmie zu analysieren. Allerdings begrenzen seine erheblichen Kosten den Einsatz; außerdem können durch leichte Bewegungen des Gerätes oder Anspannung der Brustmuskulatur hervorgerufene Artefakte seinen Speicher überlasten oder eine korrekte Beurteilung des Ausmaßes an Vorhofflimmern behindern.

Die Analyse des Langzeit-EKGs kann sich als schwierig herausstellen und bietet spezifische Probleme, die sich oft von denen des 12-Kanal-EKGs unterscheiden. Umso wertvoller ist ein Handbuch der Interpretation von Langzeit-EKGs. In vielfacher Hinsicht ist das Buch von Dr. Richard Adamec und seinem Sohn Jan Adamec eine wertvolle Quelle, um den Kliniker bei der Anwendung und Interpretation des Langzeit-EKGs zu begleiten. Seine präzise Ausdrucksweise gibt dem Handbuch eine große Klarheit und vermittelt dem Leser die für eine systematische Interpretation notwendige Stringenz. In vielen Jahren der Erfahrung gesammelte hervorragende Aufzeichnungsbeispiele illustrieren die wesentlichen Diagnosen. Ich bin sicher, dass das Studium oder die wiederholte Lektüre dieses wertvollen Werks alle jene Kliniker motivieren wird, die die Stringenz ihrer Auswertung perfektionieren wollen, um die Symptome und Arrhythmien ihrer Patienten besser zu verstehen.

Prof. Dr. Etienne Delacrétaz  
Inselspital, Bern, und Clinique Cecil, Lausanne, Schweiz

---

# Geleitwort

Norman Holter hat die Zeit als neuen Parameter in die Elektrokardiographie eingeführt, und es hat merkwürdigerweise viele Jahre gedauert, bis die kardiologische Gesellschaft den Nutzen dieses neuen Ansatzes erkannt hat. Nach einem Vierteljahrhundert der klinischen Anwendung und technologischen Entwicklung ist diese dynamische Elektrokardiographietechnik vom elektronischen ins Informationszeitalter gelangt und hat den Namen ihres Erfinders angenommen, sodass man einen «Holter» verschreibt oder liest, und man könnte sich berechtigterweise fragen, weshalb man nicht auch einen «Einthoven» ableitet. Letzterer bleibt der Nachwelt gleichwohl im Gedächtnis, da er für seine Erfindung mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde, einer Auszeichnung, die im Jahre 2000 ihren hundertsten Geburtstag gefeiert hat. In Bezug auf den Holter sind uns die Auswirkungen der von ihm vorgeschlagenen Verbesserungen noch nicht vollständig bekannt, da nicht mehr nur ein Kanal sondern das vollständig durchnummerierte 24-h-EKG zur Verfügung steht.

Das von Richard und Jan Adamec erarbeitete Handbuch spiegelt die reichen Erfahrungen des Erstautors wider, und man kann davon ausgehen, dass es später vom Zweitautor fortgeführt werden wird, der dann Erkenntnisse einfließen lassen kann, die noch nicht allgemein bekannt sind. In diesem Handbuch werden alle bislang verfügbaren Informationen für den praktizierenden Kardiologen gebrauchsfertig zusammengefasst. Dabei werden Gedankengänge angeregt, die möglichst immer bei der Analyse einer Aufzeichnung einfließen sollten. Die Interpretation durch einen Techniker ist zwar aus verständlichen praktischen Gründen weit verbreitet, allerdings sollte man einen «Holter» ebenso wenig dem Techniker anvertrauen wie einen «Einthoven». Durch die Zunahme der technischen Möglichkeiten war ein übersteigertes Vertrauen in die Fähigkeiten der Technik insbesondere bezüglich der Sicherheit der Ableitung und der Flexibilität automatischer Analysemethoden entstanden, wobei diese Zeit glücklicherweise fast beendet ist. Erfolgt keine Interpretation durch den Arzt, muss der Techniker immer berücksichtigen, dass die Registrierung, also die elektrokardiographische Aufzeichnung, immer als Ganzes betrachtet werden muss, wobei mindestens der Beginn und das Ende, am besten auch die Phasen kurz davor bzw. danach über einen gewissen Zeitraum analysiert werden sollten. In diesem Fall erlangt ein Befund die ihm gebührende Beachtung und kann korrekt interpretiert werden.

Zum Beispiel weisen die Autoren darauf hin, dass eine Extrasystolie nicht unter Angabe ihrer Frequenz angegeben werden sollte.

Derartige quantitative Angaben, die der Rhythmologie den Anschein von exakter Wissenschaft verleihen sollen, kosten viel Zeit, bis man erkennt, dass nicht die Anzahl die Schwere des Geschehens widerspiegelt, sondern die Morphologie, die Ausprägung und der Zusammenhang der Extrasystolen. Heute ist bekannt, dass nicht der Patient in der größten Gefahr schwebt, der die meisten Extrasystolen hat, und dass zur Therapie nicht das Medikament verwendet werden sollte, das die meisten Extrasystolen unterdrückt. Man hat in der Vergangenheit viel zu viel Patienten statt ihrer Extrasystolen «getötet» (um den englischen Ausdruck der «extrasystole killer» zu benutzen, der für bestimmte Antarrhythmika verwendet wird). Unabhängig von der Quantität wird die Schwere einer Extrasystolie vor allem von ihrem Polymorphismus bestimmt, dem fehlenden Zusammenhang mit der Sinusfrequenz und noch ausgeprägter durch ein Auftreten bei Anstrengung oder Ischämie.

Andere Beispiele? Oft wurde vorgeschlagen, zur besseren Aufzeichnung und Abgrenzung der P-Wellen während einer Tachykardie spezielle, vor allem ösophageale Ableitungen heranzuziehen. Allerdings haben derartige Ansätze kaum das Versuchslabor verlassen, da die Diagnose normalerweise auf der Beurteilung der ersten und/oder der letzten Herzschläge einer Aufzeichnung beruht. Sofern ich den Beginn und das Ende der Ereignisse kannte, kann ich mich an keine wirklich unmögliche rhythmologische Diagnose mit dem Holter erinnern, was aber mit einem Oberflächen-EKG durchaus möglich gewesen wäre, da es nur die Arrhythmie aufzeichnet. Eine Holteraufzeichnung sollte nicht nur den notwendigen 10-Sekundenstreifen zur Diagnose eines paroxysmalen Vorhofflimmerns beinhalten, sondern auch das Ende der Arrhythmie, sodass die Posttachykardiepause und vor allem der Beginn der Tachykardie aufgesucht werden können: Nicht der letzte Sinusschlag, aber die letzte Viertelstunde oder die letzte Stunde, die es erlauben würden, auf einen überwiegend adrenergen oder vagalen Mechanismus zu schließen. Dabei handelt es nicht nur um Überlegungen eines wissbegierigen Elektrophysiologen, sondern auch um die eines Klinikers, der weiß, dass die Betablockerbehandlung im ersten Fall vorteilhaft im zweiten Fall dagegen tödlich sein würde.

Eines Tages forderte mich ein spitzfindiger Kollege auf zu beweisen, was ich in einer Veröffentlichung ansprach, nämlich dass meiner Ansicht nach alle kardialen Rhythmusstörungen im Zusammenhang mit dem autonomen Nervensystem stehen. Daraufhin regte ich ihn zur Umkehr der Beweislast an, indem er mir eine einzige Arrhythmie nachweisen sollte, bei der besagtes System keine Rolle spielt. Durch diese Herausforderung konnte ich die Kontroverse mühelos zu meinen Gunsten entscheiden, was allerdings nichts Besonderes ist, da eine derartige Annahme nicht abwegiger ist als die Feststellung, dass Tag und Nacht einander folgen. Allerdings ist es schwierig, die unterschiedlichen Spezialfälle einer sehr allgemeinen Situation zu ergründen und ihre Merkmale durch überzeugende Beobachtungen zu belegen.

Glücklicherweise hat der Holter seit den 1980-er Jahre die Philosophie der Rhythmologen diesbezüglich beeinflusst, obwohl sie derzeit glaubten, dank provokativer Verfahren den Schlüssel zu ihrer Disziplin in Händen zu halten. Ich bin überzeugt, dass das vorliegende Handbuch Anlass für eine umfassendere Anwendung der Holter-technik sein wird, die bei ihrer Einführung unter dem Vorwurf der Kostentreiberei gelitten hat.

Professor Philippe Coumel  
Chefarzt der kardiologischen Abteilung  
Spital Lariboisière/Paris



# Vorwort

Seit Jahrtausenden gehört die Beurteilung des Herzrhythmus zu den Grundpfeilern ärztlicher Kunst. Von der Medizin im alten Tibet wissen wir, dass aus der Interpretation des Pulses wesentliche prognostische Schlüsse gezogen werden können, ein eigentlich ganz moderner Gedanke, auf den es weiter einzugehen gilt.

Der rasante Fortschritt der Wissenschaften beschert uns immer mehr Wissen über das Detail. Die subatomare Auflösung der Strukturen birgt die Gefahr in sich, dass komplexe Prozesse zum statischen Eindruck kristallisieren. Dem Elektrokardiogramm erging es nicht anders. Die revolutionäre Entwicklung, für die Einthoven mit dem Nobel-Preis belohnt wurde, führte von der Beobachtung des dynamischen Pulses zur statischen Betrachtung der Herzstromkurve. Mit der Registrierung des EKG über lange Perioden nach Holter hat die Kardiologie die alte Dynamik wieder neu entdeckt. Der Herzrhythmus und seine Periodizitäten sind mit der kontinuierlichen Aufzeichnung einer neuen Dimension zugänglich. Diese erfordert technisch wohl definierte Grundlagen zur korrekten Datenerfassung, detailliertes Wissen um die elektrokardiografischen Spezifitäten der Herzrhythmusstörungen und ärztliches Verständnis, um Resultate zur diagnostischen Synthese vereinen zu können.

Im Holter-EKG wird es heute nicht mehr alleine darum gehen, eine Rhythmusstörung zu erfassen, sondern es muss auch die Frage beantwortet werden, in welchem dynamischen Umfeld das kritische Ereignis aufgetreten war. Wir hinterfragen also den Auslöser, das Ereignis und das Umfeld und müssen dieses im klinischen Gesamtbild, vom Grundleiden bis zum Symptom, integrieren – eine wahrhaft multidimensionale Aufgabe.

Im vorliegenden Buch wird die Praxis der Langzeit-Elektrokardiographie ausführlich dargelegt. Die technischen Grundlagen der Aufzeichnung und der potenziellen Störungen sind minutiös zusammengestellt. Die Gefahr falscher Schlussfolgerungen liegt nicht zuletzt auch im Problem des Überflusses an Daten. Eine fehlerlose Auswertung aller aufgezeichneten Informationen ist ohne Hilfe der Informatik nicht mehr möglich. Das heißt aber, dass wir einer automatischen Interpretation, und sei es nur als Vortriage, glauben müssen.

Der formalen Analyse des EKGs wird zu Recht viel Aufmerksamkeit geschenkt, doch wird auch vor Überbewertung der Beobachtungen gewarnt. Allzulange war man dem Irrtum erlegen, dass banale Rhythmusstörungen, wie beispielsweise ventrikuläre Extrasystolen, auf sich alleine gestellt komplexe rhythmische Ereignisse auslösen könnten. Man schloss (zu Unrecht), dass die Unterdrückung

von Extrasystolen Kammer-tachykardien oder -flimmern verhindern könnte. Diese falsche Assoziation hat während Jahrzehnten die Rhythmologie und die Therapie der Rhythmusstörungen beherrscht. Heute aber ist man sich einig, dass ohne Kenntnis des entsprechenden Substrates der Auslöser gefährlicher Rhythmusstörungen nicht identifiziert werden kann. Es ist deshalb den Autoren sehr zu verdanken, dass sie exakte elektrokardiographische Analyse nicht mit therapeutischem Zwang zum Handeln gleichsetzen.

Langzeit-Elektrokardiographie dient dazu, Symptome mit elektrokardiographischen Veränderungen in Verbindung zu bringen. Typisch ist aber, dass Symptome nicht oder nur selten mit Rhythmusstörungen korrelieren. Dies zu belegen kann zur Beruhigung eines verunsicherten Patienten oftmals wesentlich beitragen und den Schritt zu weiteren teuren Abklärungen vermeiden. Andererseits können Hinweise auf kardiale Störungen erfasst werden und weitere Abklärungen nützlich erscheinen lassen. Hier ist die Untersuchung von prognostischer Bedeutung – womit wir wieder bei der tibetischen Medizin angelangt wären.

Die Wirksamkeit therapeutischer Eingriffe, etwa die Behandlung von Vorhofflimmern oder der Einsatz von Herzschrittmachern und Defibrillatoren, kann überwacht werden. Der vorliegende Holter-Leitfaden begrenzt sich auf eine exakte konventionelle EKG-Analyse, damit lässt er den Weg für neue analytische Methoden wie der Frequenz-Variabilität und QT-Variationen noch offen.

Nur bei klarer klinischer Fragestellung und präziser Analyse der Daten wird uns das Holter-EKG eine Hilfe in Diagnostik und Therapie bieten, ansonsten wird die Technik zur Dominanten in der Diagnostik, was wir eigentlich verhindern wollten. Vor diesen Gefahren warnen uns zu Recht Jan und Richard Adamec, und sie beweisen damit ihre grosse praktische und klinische Erfahrung mit der unentbehrlichen, komplexen und doch so allgemein verständlichen Methode des Herrn Holter.

Professor Dr. med. Lukas Kappenberger  
Chefarzt der Kardiologischen Abteilung  
Centre Hospitalier Universitaire Vaudois/Lausanne

---

# 1 Einführung

Die Aufzeichnung des Langzeit-EKGs hat einen wahrhaften Aufschwung erlebt und setzt ihn weiterhin dank des technischen Fortschrittes der Miniaturisierung und vor allem der elektronischen Entwicklung der Digitalisierung und der Speichermöglichkeiten fort. Dabei handelt es sich um eine Verbesserung und Vervollkommnung des von Holter bereits in den 1960-er Jahren erfundenen Verfahrens.

Außerdem stehen inzwischen verschiedene Registriergeräte zur Verfügung, die von den Patienten ambulant über mehrerer Tage getragen oder sogar für mehrere Monate subkutan eingesetzt werden können. Derartige Aufzeichnungen erfassen rhythmische Ereignisse objektiv und/oder subjektiv und können bezüglich ihres Einsatzes auf individuelle Art programmiert werden. Trotz oder wegen dieses vor allem informatorischen Fortschrittes beruht die diagnostischen Bewertung weiterhin auf einer präzisen elektrokardiographischen Analyse dieser zum Teil sehr komplizierten Verfahren.

Unser Ziel war es, dem Leser durch die Zusammenarbeit eines Kardiologen, der über ein Vierteljahrhundert Erfahrung in der Interpretation des Holter-EKGs verfügt, und eines jungen, sehr technisch ausgebildeten Fachmannes dieses Interpretationshandbuch zur Verfügung zu stellen. Es zeigt nicht nur die Vorzüge dieser Methode auf, sondern auch ihre Besonderheiten und Grenzen. Wie im Titel angegeben, wollen wir nicht detailliert auf Indikationen und therapeutische Durchführung eingehen, sondern dieses Handbuch der reinen elektrokardiographischen Diagnostik widmen. Es steht bereits ausreichend Literatur über die dank des Holter entdeckten Arrhythmien vor, aber vor dem korrekten Einsatz dieses Verfahrens muss man in der elektrokardiographischen Diagnostik sicher sein.



# 2

## Historischer Rückblick

Die Aufzeichnung eines Langzeitelektrokardiogramms, auch ambulante EKG-Aufzeichnung genannt, wurde zu Beginn der 1960-er Jahre von Norman J. Holter erfunden. Sein Name hat dieser diagnostischen Methode auch den Namen gegeben. Heute versteht man unter dem Begriff eines Holter-EKGs die Aufzeichnung aller Herzableitungen über mindestens 24 Stunden. Der Beitrag zur Diagnostik verschiedener Arrhythmien und später auch bezüglich des Aufdeckens vor allem einer stummen Myokardischämie hat eine günstige technische Entwicklung ausgelöst. Diese hat zur Miniaturisierung des Aufnahmegerätes mit der Möglichkeit von drei Ableitungen geführt, was die unbeschränkte Aufzeichnung über den gesamten Tag und die Nacht erlaubt.

Außerdem wurden halbautomatische und sogar vollautomatische Registriergeräte entwickelt, um die Aufzeichnung zu beschleunigen und Analysen der jeweiligen Ereignisse zu ermöglichen. Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Analysegeräte:

- Das eine führt im ersten Durchgang einen Lernprozess («learn») durch, um später breite ventrikuläre Komplexe von schmalen supraventrikulären Komplexen (bei Extrasystolen und Tachykardien) zu unterscheiden und um Artefakte auszuschließen. Das Gerät behält die während dieses vorangestellten Lernprozesses eingeführten Kriterien bei und kommt nicht mehr auf einen schon vormals beurteilten Komplex zurück. Danach geht es zur zweiten automatischen Analyse über.
- Das zweite Gerät führt eine automatische Analyse durch, wobei es sich auf die laut Vorlage als normal beurteilten ventrikulären Komplexe stützt und abweichende Komplexe als anormal einstuft. Gleichwohl kann oder muss der Untersucher die normal und pathologisch beurteilten Komplexe kontrollieren, um Artefakte auszuschließen. Dieser zweite Gerätetyp scheint schneller zu arbeiten, was sich jedoch durch die Kontrolle der Komplexe und Arrhythmien schnell relativiert.

Die Interpretationsgeschwindigkeit hängt in erster Linie vom Vorliegen oder Nicht-Vorliegen der verschiedenen Arrhythmien und noch mehr von der Gründlichkeit des Aufnahmegerätes ab. Ein Artefakt wird sehr viel schneller und leichter mit dem erfahrenen Auge als durch eine computerisierte Beurteilung nachgewiesen.

Für alle Analysegeräte gilt, dass sie weder Vorhoffarrhythmien noch P-Wellen erfassen. Das Vorliegen und der Befund der P-Welle im Verhältnis zu den Ventrikelkomplexen stellt jedoch den Schlüssel