

Vektorkardiographische Verbesserung der Diagnostik des Vorderwandinfarktes

Von EDWARD SENN, ARTHUR UEHLINGER und OSCAR A. M. WYSS

Einleitung

Das vollständige Fehlen des R-Ausschlages in den präkordialen WILSON-Ableitungen wird praktisch einem in die Vorderwand zu lokalisierenden Myokardverlust gleichgesetzt. Selbst bei stummer Anamnese und beim Fehlen klinischer Befunde wird eine Infarktnarbe diagnostiziert. Ein ventraler R-Verlust kann allerdings auch bei linksventrikulärer Hypertrophie oder bei Herzblock vorkommen, was differentialdiagnostisch zu berücksichtigen ist. So wurde 1968 der Fall eines 28jährigen Mannes mit fast fehlender anteriorer Orientierung von Elektro- und Vektorkardiogramm bei normalem Koronarangiogramm und normalem Ventrikulogramm publiziert, bei dem auch die hämodynamischen Verhältnisse in Ruhe und unter Arbeit vollständig normal waren und der Autor [6] sich mit dem Nicht-ausgeschlossen-Sein von Blockbild oder Hypertrophie als Ursache des ungeklärten Verhaltens begnügen musste.

Die elektrodiagnostische Differenzierung zwischen linksventrikulärer Hypertrophie und Vorderwandinfarkt, 1970 an einem grossen Zahlenmaterial beider Krankheitsformen mit der FRANKSchen Methode vorgenommen, liess erkennen, dass das Kriterium der fehlenden ventralen Orientierung beim Vorderwandinfarkt auch zu eindeutig falsch positiven Diagnosen führen kann [5]. Ausser der linksventrikulären Hypertrophie und dem Herzblock wurden 1975 noch eine ganze Reihe anderer differentialdiagnostischer Möglichkeiten für fehlende R-Ausschläge in den Ableitungen $V_{(1),2}$ und $V_{3,(4)}$ bei sicher intaktem Myokard aufgeführt, und es wurde in diesem Zusammenhang von einem nicht seltenen differentialdiagnostischen Dilemma, von einem unbefriedigenden und noch nicht gelösten Problem gesprochen [8].

Die Erkenntnis, dass das normale Entstehen und anschliessende Verschwinden des R-Ausschlages in den präkordialen Ableitungen immer die Kombination von *lokal* und *global* bedingten elektrischen Schwankungen wiedergibt, hat die Problematik der fehlenden ventralen R-Ausschläge auf die besonderen Ableitungsverhältnisse, wie sie bei den ventralen Brustwandelektroden, d. h. den herznahen

differenten Elektroden, vorliegen, zu richten vermocht. Insbesondere wurde versucht, den lokalen elektrischen Einfluss der unter der Elektrode brustwandnahe gelegenen Myokardgebiete zu reduzieren, sei es durch Zusammenschliessen zahlreicher über die Brustwand verteilter Elektroden zu einem als hinreichend indifferent betrachteten Abgriff [1], sei es durch Auflegen grosser, quadratischer, mit Flüssigkeit getränkter Plastikschwämme, die als Flächenelektroden möglichst wenig lokale Effekte von der ventralen Brustwand ableiten sollten [8]. Wirksamer als alle diese Verfahren des indifferenten Abgriffs auf Brusthöhe erwies sich aber die Verlegung der ventralen Elektrode und damit auch der dorsalen Gegenelektrode, d. h. der dorso-ventralen Ableitachse (Z-Achse), von thorakaler auf abdominale Höhe. Schon 1959 war anhand von Vergleichsvektogrammen gezeigt worden, dass auf diese Weise die lokal bedingten Besonderheiten der ventralen Brustwandableitung (damals noch Partialabgriff genannt) in Wegfall kommen und der globale Verlauf der Schwankung in der Z-Achse in reiner Form wiedergegeben wird [4]. Auf Grund dieser Befunde wurde ein neues Verfahren der orthogonalen Vektorkardiographie entwickelt und vorerst für die Transversalplanogramme auf thorakaler und abdominaler Höhe an normalen Versuchspersonen erprobt [2, 3,].

Die vorliegende Arbeit zeigt, wie als besondere vektorkardiographische Ableitung das abdominale Transversalplanogramm einen Vorderwandinfarkt auszu-schliessen vermag in Fällen, bei denen die präkordialen Brustwandelektroden zur Diagnose eines Status nach Vorderwandinfarkt geführt haben.

Die Entwicklung des hier zur Anwendung kommenden neuen Verfahrens der Vektorkardiographie war mit Hilfe von Bundeskrediten zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung: Projekte Nr. 102 (1960–67) und 79 (1968–74) erfolgt; die Weiterführung der Arbeiten ermöglichte ein Übergangskredit der EMIL BARELL-Stiftung der Firma F. Hoffmann-La Roche & Co. A. G., Basel (1974–76). Diese Arbeit wurde ausgeführt mit Unterstützung durch den Schweizerischen Nationalfonds: Kredit-Nr. 3.637-0.75.

Methodik

Patientenauswahl

Von Juli 1970 bis August 1973 wurde an 250 auf der medizinischen Abteilung des Kantonsspitals Schaffhausen hospitalisierten Patienten zusätzlich zu den EKG-Standardableitungen noch je ein Vektorkardiogramm aufgenommen. Es war beabsichtigt, alle jene Patienten zu erfassen, die sichere oder verdächtige Veränderungen am Ventrikelkomplex des Elektrokardiogramms aufwiesen oder bei welchen Myokardhypertrophien resp. -verluste klinisch vermutet wurden. Die Herzsektionen jener Patienten, von denen ein Vektorkardiogramm vorlag, wurden besonders genau durchgeführt, um Infarktarnen und Hypertrophien zu erfassen. Getrennt voneinander wurden die Krankengeschichten, die vorhandenen Sektionsbefunde, die Elektro- und Vektorkardiogramme all jener Patienten zusammengestellt, bei welchen zumindest in der Ableitung V_2 der R-Ausschlag vollständig fehlte und bei welchen aus dem Gesamtbild der Brustwandableitungen ein möglicher, wahrscheinlicher oder sicherer Vorderwandinfarkt diagnostiziert werden musste. Da die exakte Unterscheidung in supraapikale Infarkte und Vorderwandseptuminfarkte vektorkardiographisch mit dem gewählten Ableitungssystem zurzeit noch nicht möglich ist, wurde auf diese Unterteilung der Vorderwandinfarkte verzichtet. Die Fragestellung betrifft ohnehin nur die Ausschläge in der dorso-ventralen Richtung.

Apparatives Vorgehen

Zur Registrierung der Vektorkardiogramme wurde ein von WYSS [9] (1962) beschriebenes orthogonales Ableitungssystem verwendet. In der vorliegenden Zusammenstellung über die möglichen Ur-

sachen kleiner oder fehlender positiver Ausschläge in dorso-ventraler Richtung wurden nur die Transversalplanogramme (X-Achse = von rechts nach links / Z-Achse = von dorsal nach ventral) ausgewertet. Zusätzlich zum üblichen Transversalplanogramm, bei welchem die 4 ableitenden Elektroden auf thorakaler Höhe und damit herznahe liegen, wurde jedesmal das zweite, parallel zum ersten liegende Transversalplanogramm auf abdominaler Höhe aufgenommen. Die abdominalen Elektroden können als Herzfern betrachtet werden. Die Höhe der Transversalebene, in welcher die thorakalen Elektroden liegen, wird durch den Ansatz der 5. Rippe am Brustbein bestimmt (entsprechend der Brustwandelektrode V_3), diejenige der abdominalen Transversalebene durch die Höhe der Darmbeinkämme. Die Elektroden der X-Achse liegen in der rechten bzw. linken mittleren Axillarlinie, jene der Z-Achse je in der Körpermittellinie des Rückens bzw. der Rumpfvorderseite. Der verwendete Vektorkardiograph [9] erlaubt die gleichzeitige photographische Registrierung von 4 Planogrammen. Routinemässig wurden daher bei allen Patienten ausser den eben beschriebenen Transversalplanogrammen noch das Frontal- und Sagittalplanogramm aufgenommen.

Die Ausschläge sind zwischen den abdominalen Elektroden etwa zehnmal kleiner als zwischen den entsprechenden Elektroden auf thorakaler Höhe, wenn mit gleicher Verstärkung registriert wird. Um aber die Formen beider Transversalplanogramme unmittelbar vergleichen zu können, müssen die abdominalen Ableitungen so weit verstärkt werden, bis sich die Ausschläge in X- und Z-Achse auf beiden Höhen ungefähr entsprechen. Um die im Zusammenhang mit der notwendigen grösseren Verstärkung auftretenden elektrostatischen Störungen zu eliminieren, wurden die Patienten in einer geräumigen FARADAY-Kammer untersucht.

Die Ausschläge wurden in den 5 Körperachsen (X_{th} , X_{abd} , Y, Z_{th} und Z_{abd}) individuell derart verstärkt, dass der Gesamtausschlag (= Summe aus positivem und negativem Anteil) in der einen Achse gleich gross ist wie in der anderen, orthogonal gelegenen. Auf diese Weise werden Planogramme erhalten, die von einem Quadrat umschrieben werden können. Diese von WYSS und BOECKMANN [10] 1968 vorgeschlagene, angemessene Verstärkung erlaubt zwar keinen unmittelbaren Vergleich der Grösse der verschiedenen Ausschläge, eignet sich aber besonders gut für die Beurteilung und den Vergleich der qualitativen Aspekte des Kurvenverlaufs der Planogramme. Die positiven und negativen Ausschläge werden demzufolge in den beiden Ableitungsrichtungen nicht in absoluten Werten, sondern als relativer (%) Anteil des Gesamtausschlages angegeben. Dadurch können die Grössenverhältnisse von R- und S-Ausschlag unmittelbar erfasst und mit denen anderer Planogramme verglichen werden.

Resultate

Von den 250 Patienten, bei welchen ein Vektorkardiogramm aufgenommen wurde, zeigten 29 in den präkordialen WILSON-Ableitungen ($V_{0,2}$ und/oder $V_{3(4)}$) fehlende R-Ausschläge (Tab. 1). 14 Fälle, bei welchen klinisch ein eindeutiges Infarktereignis vorlag, dienen der exakten Beschreibung der erhaltenen Vektorkardiogramme, insbesondere der abdominalen Transversalplanogramme. Die verbleibenden 15 Fälle lassen sich in 2 Gruppen aufteilen: Bei 9 Fällen bestätigt das abdominale Transversalplanogramm die Vermutung eines (früheren) Myokardausfalles der Vorderwand; bei 6 Fällen besteht eine auffallende Diskrepanz zwischen dem abdominalen Transversalplanogramm mit deutlichem, zum Teil länger dauerndem, initial nach ventral gerichtetem Ausschlag und den Brustwandableitungen ohne initialen R-Ausschlag. Die letzteren 6 Fälle wurden durch 4 weitere ergänzt, die später gezielt ausgewählt wurden. Sie wurden alle dahin geprüft, ob die auf abdominaler Höhe vorhandenen R_z -Ausschläge einen Hinweis ergeben, das Fehlen eines R-Ausschlages in diesen Fällen anders als durch einen Myokardverlust der Vorderwand zu erklären.

Tabelle 1 Zusammenstellung der insgesamt 29 Fälle mit fehlendem R-Ausschlag in den Ableitungen $V_{(0),2,3,(4)}$

Anzahl	Nähere Beschreibung	
29	Total der Fälle mit fehlendem R-Ausschlag in den erwähnten WILSON-Ableitungen	
14	Klinisch eindeutiges Infarkt-Ereignis	
15	Klinisch unsichere Fälle, stumme Anamnese (sog. alte Infarkt Narben) oder ein differentialdiagnostisches Problem	9 R-Ausschlag auf abdominaler Höhe ebenfalls besonders klein oder fehlend = mit dem VKG auf abdominaler Höhe übereinstimmend
		6 Im Gegensatz zur Herzhöhe ein deutlicher R_z -Ausschlag auf abdominaler Höhe vorhanden = mit dem VKG abdom. nicht übereinstimmend

1. Klinisch gesicherter Myokardinfarkt der Vorderwand

Die 3 Hauptcharakteristika der Transversalplanogramme sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Die Formveränderungen sind in den Transversalplanogrammen der Herzhöhe insofern auffallend, als ein R_z -Ausschlag immer vollständig fehlt, in denjenigen der abdominalen Höhe aber weniger eindrücklich, weil in 2 der 14 Fälle kleine, aber eindeutige R_z -Ausschläge nachweisbar sind. In diesen beiden Fällen mit auf abdominaler Höhe vorhandenem R_z -Ausschlag wurde sowohl klinisch als auch elektrokardiographisch der Infarkt als klein, im einen Fall sogar als rudimentär bezeichnet.

Tabelle 2 Charakteristika der Transversalplanogramme (TPG) bei insgesamt 14 sicheren Vorderwandinfarkten

Charakteristikum	Zahl der Fälle	Anzahl Ausnahmen	Beschreibung der Ausnahmen
1. R_z -Ausschlag im TPG auf Herzhöhe fehlend	13	1	0248: Supraapikaler Myokardinfarkt, wobei in V_1 angedeuteter R-Ausschlag
2. R_z -Ausschlag im TPG auf abdominaler Höhe fehlend oder initial isoelektrischer Verlauf resp. kaum angedeutet	12	2	078: Supraapikaler Myokardinfarkt; fehlendes R_z im TPG der Herzhöhe; lediglich in V_2 ein QS-Komplex 0162: Wenig ausgeprägter supraapikaler Myokardinfarkt mit geringem Enzymanstieg. R_z auf Herzhöhe fehlend, auf abdominaler Höhe deutlich vorhanden (15% des Gesamtausschlages)
3. Umlaufsinn der VKG-Schläufe im TPG auf Herzhöhe im Uhrzeigersinn; im Gegenuhrzeigersinn mit Überschneidungen oder auffällig geschlossen	10	4	019: Rudimentärer Vorderwand-Septum-Infarkt 078: siehe oben unter 2. 0162: siehe oben unter 2. 0206: unauffälliger Vorderwand-Septum-Infarkt

2. Scheinbare Myokardinfarkte

Von den insgesamt 29 Patienten mit verdächtigen QS-Komplexen in den präkordialen Ableitungen erfüllten die abdominalen Transversalplanogramme von 6 Patienten die Kriterien eines vorhandenen Myokardverlustes nicht, da ein deutlicher R_z -Ausschlag vorhanden war (Tab. 1). Damit stellte das abdominale Transversalplanogramm die Diagnose eines Vorderwandinfarktes in diesen 6 Fällen prinzipiell in Frage. Im folgenden werden die Befunde dieser und weiterer 4 später gezielt ausgewählter Patienten beschrieben und die Zweifel an der jeweiligen Diagnose eines Vorderwandinfarktes begründet. In 3 Fällen vermochte eine Herzsektion das Vorliegen eines Myokardinfarktes zusätzlich sicher auszuschliessen.

Fall 1, M. Sch., 58 J., VKG-Nr. 023

Patientin mit langjähriger Anamnese einer alkoholischen Leberzirrhose und einer ätiologisch nicht geklärten Linksherzinsuffizienz. EKG: qr-Komplexe in V_1 und V_3 , fehlende R-Ausschläge in V_2 sowie kleine R-Ausschläge von V_{4-6} : Annahme eines früheren Myokardinfarktes im anteroseptalen Bereich. Normales Transversalplanogramm der abdominalen Höhe mit einem R-Ausschlag nach vorn von gut 20%. Exitus im Coma hepaticum. Herzsektion: 400 g schweres und in allen Höhlen erweitertes Herz, zarte Coronarien und Fehlen einer Infarktnarbe.

Fall 2, E. W., 77 J., VKG-Nr. 0127

Nofallmässig eingelieferter Patient nach Treppensturz infolge eines Schwindelanfalles. Seit bereits 3 Jahren in Behandlung wegen einer hypertoniebedingten Herzinsuffizienz. EKG: QS-Komplexe in den Ableitungen $V_{2,4}$, in V_1 ein kleines r und in den Ableitungen V_{5-6} ein kurzdauerndes q. Auf Grund dieses EKG-Bildes Diagnose eines Status nach Vorderwandinfarkt. Ausschluss eines frischen Infarktes durch die Enzymbestimmungen und den fehlenden Krankheitsverlauf im EKG. Abdominales Transversalplanogramm mit deutlichem R_z von rund 10%.

Fall 3, E. Sch., 40 J., VKG-Nr. 0144 (Abb. 1 D)

Notfallmässige Überweisung auf die medizinische Abteilung zwei Tage nach einer normal verlaufenen Geburt mit einer Beinvenenthrombose und akut auftretenden, heftigen Schmerzen über dem Herzen. Auf Grund des EKG-Befundes Korrektur der klinisch naheliegenden Diagnose einer Lungenembolie durch diejenige eines subakuten Vorderwandinfarktes: Fehlende R-Ausschläge in den Ableitungen $V_{1,3}$, negative T-Ausschläge in $V_{2\text{ und }3}$. Trotz eindrücklichem EKG-Befund sprechen das Alter, der fehlende Enzymverlauf und vor allem das abdominale Transversalplanogramm mit einem ganz normal grossen R-Ausschlag von 20% gegen einen Infarkt und für eine Lungenembolie.

Fall 4, F. Th., 79 J., VKG-Nr. 0159

Einweisung der Patientin mit den neurologischen Zeichen einer akuten Subarachnoidalblutung. Im EKG Fehlen der R-Ausschläge in den Ableitungen $V_{1,3}$ und Veränderung der Nachschwankungen in den betreffenden Ableitungen in den folgenden Tagen wie nach einem Vorderwandinfarkt. Der fehlende Enzymanstieg und der immer vorhandene, allerdings kleine R-Ausschlag des abdominalen Transversalplanogrammes machten die Diagnose eines Vorderwandinfarktes unwahrscheinlich.

Fall 5, M. W., 58 J., VKG-Nr. 0190

Patientin mit einer Dermatomyositis seit vielen Jahren; chronisches Cor pulmonale auf Grund einer zunehmenden Lungenfibrose. Hospitalisation wegen zunehmender Dyspnoe. EKG: Diagnose eines alten supraapikalen Vorderwandinfarktes auf Grund von QS-Komplexen in den Ableitungen $V_{1,3}$. Trotz Fehlen von R_z im Transversalplanogramm der Herzhöhe Vorhandensein auf abdominalen Höhe während sicher 30 ms; daher Zweifel an der Diagnose des Vorderwandinfarktes. Exitus letalis 10 Monate später. Herz: 500 g schwer, biventrikuläre Hypertrophie; histologisch grobfleckige Myokardfibrose: Sicherer Ausschluss einer Infarktnarbe.

Fall 6, M. St., 76 J., VKG-Nr. 0237

Behandlung der Patientin seit vielen Jahren wegen Altersdiabetes und Hypertonie. Hospitalisation wegen zunehmender globaler Herzinsuffizienz. EKG: Lediglich V_2 ohne R-Ausschlag, in V_1 kleiner

vorhanden. Ableitung V_3 mit kleinem q . Im Gegensatz zum Transversalplanogramm auf Herzhöhe Vorhandensein eines eindeutigen (10–15%), sicher 20 ms dauernden Ausschlages auf abdominaler Höhe; daher Suche nach einer anderen Deutung der EKG-Veränderungen als einer Vorderwandinfarkt-Narbe.

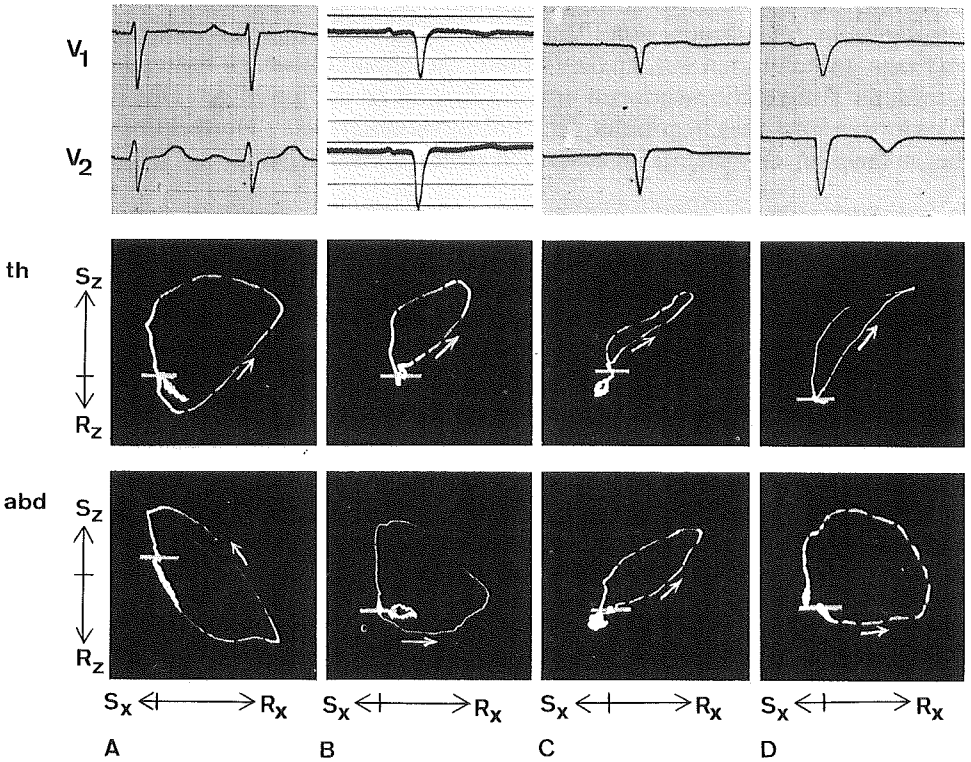


Abbildung 1 Die üblichen normalen WILSON-Ableitungen V_1 und V_2 sowie die entsprechenden Transversalplanogramme der thorakalen und abdominalen Höhe (A) neben drei Fällen mit aus verschiedenen Gründen (B, C, D) fehlenden R-Ausschlägen in den erwähnten WILSON-Ableitungen (obere Bildreihe) und fehlenden R_z -Ausschlägen in den thorakalen Transversalplanogrammen (mittlere Bildreihe B, C). Lediglich beim sicheren Vorliegen eines Vorderwandinfarktes (Ausschlag auch im abdominalen Transversalplanogramm (untere Bildreihe C), während er bei den anderen Fällen (B, D) deutlich vorhanden ist. In sämtlichen Transversalplanogrammen ist die Z-Achse durch den isoelektrischen Punkt (= Ausgangs- und Endpunkt der Schleife) durch einen kurzen weissen Balken markiert. Jeder Kurvenverlauf vom isoelektrischen Punkt im Bild nach unten entspricht einem Ausschlag nach ventral, d. h. einem R-Ausschlag in dorso-ventraler Richtung.

- A: 037. Herzgesunder Patient, der an den Folgen eines Bronchus-Carcinoms starb. Herz bei der Sektion 300 g schwer und unauffällig.
- B: 620. 23jährige Normalperson.
- C: 022. 82jährige Patientin, deren Sektion den Status nach Vorderwandinfarkt und die beginnende Aneurysmbildung bestätigte. Das Herzgewicht betrug 390 g.
- D: 0144 40jährige Patientin, die wenige Tage nach einer Entbindung eine Beinvenenthrombose und akute Schmerzen im Thoraxbereich erlitt.

Fall 7, E. D., 81 J., VKG-Nr. 0284

Einlieferung des Patienten in schwerkrankem Zustande zwei Monate vor seinem Tode mit einem erst post mortem histologisch klassifizierten Pleuramesotheliom rechts. Herzkreislaufanamnese ohne Besonderheiten. Diagnose einer alten Infarkttnarbe an der Vorderwand auf Grund der WILSON-Ableitungen: Kaum sichtbare R-Ausschläge in V_1 und V_2 , ganz fehlende R-Ausschläge in V_3 und auffällig tiefe Q-Ausschläge in V_4 und V_5 . Transversalplanogramm der Herzhöhe mit kleinem R_z -Aus Schlag lediglich nach rechts-vorne (d. h. in Richtung der Ableitung V_1), dasjenige der abdominalen Höhe dagegen mit deutlichem und sicher 20 ms dauerndem, initialem Vektor nach vorne von mindestens 20% des Gesamtausschlages. Bei der Sektion leicht hypertrophes Herz (400 g) und weite Coronarsklerose bei absolut unauffälligem Myokard.

Fall 8, F. Z., 73 J., VKG-Nr. 0429

Radikaloperation eines Mammacarcinoms vor 3 Jahren bei Patientin mit 10jähriger Anamnese einer Hypertonie und eines Altersdiabetes. Einweisung wegen zunehmender Herzinsuffizienz. EKG: Wegen fehlender R-Ausschläge in V_1 und V_2 sowie kleinem R-Ausschlag in V_3 Diagnose eines Status nach anteroseptalem Infarkt bei gleichzeitigem Vorliegen einer linksventrikulären Hypertrophie. Der deutliche R_z -Aus Schlag im abdominalen Transversalplanogramm von 15% wies darauf hin, das EKG-Bild als Hypertrophie ohne Infarkttnarbe zu interpretieren.

Fall 9, F. K., 63 J., VKG-Nr. 0513

Unauffällige Herzkreislaufanamnese. Am Einweisungstag plötzlich auftretende Brustschmerzen und Atemnot. EKG mit fehlenden R-Ausschlägen in V_1 und V_2 und nur ganz kleinem positivem Ausschlag in V_3 ; Vermutung eines Status nach supraapikalem Vorderwandinfarkt. Gegen das Vorliegen eines frischen Infarktes sprach aber, dass die Muskelenzyme nicht anstiegen, das EKG keinen Krankheitsverlauf zeigte und im Transversalplanogramm immer ein 30 ms dauernder, grosser R_z -Aus Schlag von 30% vorhanden war.

Fall 10, C. St., 89 J., VKG-Nr. 0619

Hospitalisation des Patienten auf Grund einer beträchtlichen Gewichtsreduktion bei chronischer Neurodermitis. EKG: Fehlende R-Ausschläge in $V_{1,2}$ und ein versenkter R-Ausschlag in V_3 ; auf Grund dieses Zufallbefundes Annahme einer Infarkttnarbe an der Vorderwand. Das abdominale Transversalplanogramm dagegen zeigte einen normal grossen, initial nach vorne gerichteten R_z -Aus Schlag, der berechtigte Zweifel am tatsächlichen Vorhandensein eines Myokardausfalles aufkommen lassen musste.

Diskussion

Als Grundlage zur Beurteilung der Verhältnisse der 250 Patienten diene eine frühere Untersuchungsreihe [7] an 136 jugendlichen Normalpersonen, bei welchen die R-Ausschläge in der Z-Richtung (initial nach ventral gerichtet = R_z) der Transversalplanogramme (X/Z-Ebene) und der WILSON-Ableitungen (V_1 , V_2) nachkontrolliert wurden. Von diesen 136 Normalpersonen zeigten 114 die gewohnten normal grossen R-Ausschläge sowohl im thorakalen Transversalplanogramm als auch in allen präkordialen WILSON-Ableitungen (Abb. 1, A). Tabelle 3a zeigt, dass 18 der insgesamt 136 Versuchspersonen auffallend kleine und zusätzlich 4 gar keine erkennbaren R-Ausschläge in der Z-Richtung des Transversalplanogramms aufweisen, wenn mit *thorakalen* Elektroden abgeleitet wurde. Die Ausschläge der entsprechenden Transversalplanogramme auf *abdominaler Höhe* ergeben demgegenüber die beachtlichen durchschnittlichen Werte von 45% (die 18 Personen mit kleinen thorakalen R-Ausschlägen) resp. 30% (die 4 Personen mit den fehlenden thorakalen R-Ausschlägen) des Gesamtausschlages in der Z-Richtung. Von den 4 in Tabelle 3b zusammengestellten Normalpersonen mit fehlenden R_z -Ausschlägen in den thorakalen Transversalplanogrammen zeigen 2 auch in V_1

Tabelle 3a Zusammenstellung der 22 auffällig kleinen resp. fehlenden R_z -Ausschläge auf Herzhöhe unter 135 jugendlichen Normalpersonen im Alter zwischen 20 und 29 Jahren

Anzahl (22)	Grösse des R_z -Ausschlages auf Herzhöhe	Durchschnittswert der entspr. R_z -Ausschläge auf abdom. Höhe
18	vorhanden, aber klein, d. h. $\leq 10\%$	45% des Gesamtausschlages
4	fehlend	30% des Gesamtausschlages

Tab. 3b Übersicht über die 4 jugendlichen Normalpersonen der Tabelle 3 a mit fehlenden R_z -Ausschlägen im Transversalplanogramm auf Herzhöhe * Vgl. Abb. 1, B

VKG Nr.	Grösse des R_z -Ausschlages auf Herzhöhe	Grösse des R_z -Ausschlages in % des Gesamtausschlages auf abdominaler Höhe	V_1	V_2
580	○	55	QS	(r) S
568	○	20	(r) S	rS
588	○	30	rS	rS
620*	○	15	QS	QS
Durchschnitt	○	30		

und eine einzige sowohl in V_1 als auch in V_2 keinen R-Ausschlag (Abb. 1, B). Dass diese kleinen resp. fehlenden R-Ausschläge eine Folge der herznahen Lage der ventralen Brustwandelektrode sind, beweisen die auf abdominaler Höhe gut sichtbaren und normal grossen R_z -Ausschläge.

Beim Vorliegen eines sicheren Vorderwandinfarktes bleibt der prinzipielle Verlauf der Ausschläge erhalten, wenn jene Elektroden, welche die während der Erregungsausbreitung in der dorso-ventralen Achse auftretenden elektrischen Schwankungen ableiten, von der üblichen thorakalen auf eine abdominale Höhe verlegt werden. Das Fehlen des initialen R-Ausschlages ist auch in den abdominalen Ableitungen das elektrokardiographische Hauptcharakteristikum für Vorderwandinfarkte. Die herzfernen, abdominalen Ableitungen zeigen in diesen Fällen, dass auch der globale Herzvektor in der Regel von Anfang an nach dorsal gerichtet ist. Offensichtlich überwiegt wegen des Myokardausfalles in der Vorderwand die Erregungsausbreitung gegen mehr dorsal gelegene Myokardmassen bereits zu Beginn.

Diese Ähnlichkeit der Ausschläge herznaher, thorakaler (= präkordialer) und herzferner, abdominalen Ableitungen beweist, dass bei Vorderwandinfarkten der vollständige Verlust der R-Ausschläge nicht darauf zurückzuführen ist, dass die Elektrode unmittelbar über dem infarzierten Myokard liegt, womit die Vorstellungen vom «elektrischen Loch» oder «Fenster» [8, p. 96] für die Deutung der initial negativen Ausschläge gegenstandslos werden.

Es werden insgesamt 10 Fälle beschrieben, bei welchen auf Grund fehlender R-Ausschläge in den präkordialen WILSON-Ableitungen die EKG-Diagnose eines Myokardverlustes der Vorderwand gestellt werden musste, bei welchen aber sowohl

die Klinik als auch die vektorkardiographisch auf abdominaler Höhe vorhandenen R_z -Ausschläge auf ein intaktes Myokard hinwiesen. In 3 dieser 10 Fälle konnte das vermutete Fehlen eines Myokardinfarktes autoptisch gesichert werden. In den anderen 7 Fällen liegen mit grosser Wahrscheinlichkeit ähnliche Verhältnisse vor. Sie alle weisen erneut darauf hin, dass das Kriterium fehlender R-Ausschläge in den präkordialen Ableitungen nicht selten zu falsch positiven Infarkt Diagnosen führen kann.

Als Kriterium für Myokardausfälle der Vorderwand ist das Fehlen von R-Ausschlägen in dorso-ventraler Richtung bei den herzfernen, abdominalen Ableitungen demnach spezifischer als bei den herznahen, thorakalen. Ein abdominaler R_z -Ausschlag, der grösser ist als 10% des Gesamtausschlages und länger als 10–15 ms dauert, schliesst einen Myokardinfarkt mit grosser Wahrscheinlichkeit aus, auch wenn die präkordialen WILSON-Ableitungen eindeutig das EKG-Bild eines Vorderwandinfarktes zeigen.

Mit der grösseren Spezifität dieses Kriteriums in den abdominalen, dorso-ventralen Ableitungen geht aber auch eine geringere Empfindlichkeit einher. In einigen Fällen bleibt die dorso-ventrale Komponente initial isoelektrisch oder wird geringgradig positiv, so dass dem tiefen S- ein kleiner R-Ausschlag vorangeht. Unter den 14 beschriebenen Fällen mit sicherem Vorderwandinfarkt zeigen deren 2 in den abdominalen Transversal-Planogrammen einen eindeutigen, allerdings kleinen R_z -Ausschlag. Dies beweist, dass ganz kleine R_z -Ausschläge auf dieser herzfernen Höhe einen Infarkt der Vorderwand *nicht* ausschliessen.

Damit vermögen in einer Mehrzahl von unsicheren Fällen abdominale Ableitungen in der Z-Achse die Diagnose eines Vorderwandinfarktes entweder zu sichern (abdominal fehlender R-Ausschlag) oder auszuschliessen (abdominaler R-Ausschlag grösser als 10% des Gesamtausschlages und länger als 10–15 ms). In einer Minderzahl von Fällen bleiben die Verhältnisse auch mit diesen zusätzlichen Ableitungen unklar (angedeuteter abdominaler R-Ausschlag).

Der systematische Vergleich abdominaler und thorakaler Ausschläge bei gesunden Versuchspersonen und Patienten mit einem Status nach Vorderwandinfarkt lässt den Schluss zu, dass zumindest zwei Faktoren die Grösse vorhandener R-Ausschläge resp. ihr Fehlen in den präkordialen Ableitungen bedingen: 1. Die Ausschläge sind um so grösser, je grösser die gesamte, ventral gelegene Myokardmasse (Herzspitze und Vorderwand) ist. 2. Der Ausschlag wird um so kürzer und damit unter Umständen um so kleiner, je näher die Ableitungselektroden an jenen Myokardabschnitten liegen, die frühzeitig erregt, d. h. negativiert werden. Aus dieser Deutung der R-Ausschläge lassen sich die prinzipiellen Möglichkeiten ableiten, die fehlenden R-Ausschlägen in den präkordialen Ableitungen zugrunde liegen können:

a. Die mehr dorsal gelegenen Myokardgebiete überwiegen deshalb bereits initial, weil entweder eine Herzdrehung im Uhrzeigersinn vorliegt oder aber weil die dorsalen Herzabschnitte hypertrophiert sind. Das häufigste derartige Beispiel besonders kleiner oder fehlender R-Ausschläge in den präkordialen WILSON-Ableitungen ist die linksventrikuläre Hypertrophie.

b. Die mehr dorsal gelegenen Myokardgebiete überwiegen deshalb bereits initial, weil an der Vorderwand zuviel Myokard infarziert ist und damit elektrisch für die Erregungsausbreitung ausfällt.

c. Die ableitende Elektrode liegt derart herznahe, dass sie die initiale Negativierung der zuerst erregten Myokardgebiete wiedergibt. Diese Ableitungssituation wird besonders häufig bei jungen, schlank gebauten Personen angetroffen. Offensichtlich vermögen aber auch andere Gründe die zuerst erregten Myokardgebiete in eine besondere elektrische Nähe zur Thoraxwand und damit zur ableitenden Elektrode zu bringen.

Der Vergleich herznaher und herzferner vektorkardiographischer Ableitungen macht es möglich, den Einfluss globaler und lokaler Faktoren auf das Zustandekommen der Form und der Grösse der Ausschläge zu bestimmen. Die Unterscheidung zwischen diesen beiden ursächlichen Faktoren spielt bei der differentialdiagnostischen Abklärung fehlender R-Ausschläge in den präkordialen Ableitungen eine entscheidende Rolle. Damit erweitert die Vektorkardiographie mit den zusätzlich möglichen *abdominalen* Ableitungen die differentialdiagnostischen Möglichkeiten an einem kritischen Punkt der Myokardinfarkt-Diagnostik entscheidend.

Wir möchten Frau I. SPECKHARDT für die technisch saubere Durchführung der VKG-Ableitungen und Frau E. BOECKMANN für die Mithilfe bei der Auswertung danken.

Zusammenfassung

An 250 hospitalisierten Herzpatienten wurden zusätzlich zu den EKG-Standard-Ableitungen Vektorkardiogramme in der Transversalebene auf thorakaler (herznah) und abdominaler Höhe (herzfern) aufgenommen. Das Gesamtbild der WILSON-Ableitungen führte in 29 Fällen zur Diagnose eines sicheren, wahrscheinlichen oder möglichen Vorderwandinfarktes. Diese 29 Patienten konnten auf Grund klinischer und vektorkardiographischer Befunde in eine Gruppe mit gesichertem und eine mit scheinbarem Vorderwandinfarkt unterteilt werden. Während die elektro- und vektorkardiographischen Ableitungen auf der thorakalen, herznahen Höhe keine solchen Unterscheidungen zulassen, weil bei allen der R-Ausschlag in dorso-ventraler Richtung (Z-Achse) fehlt, weist das deutliche Vorhandensein dieses R-Ausschlages im abdominalen, herzfernen Vektorkardiogramm auf eine intakte Vorderwand hin, das Fehlen desselben auf einen tatsächlichen Myokardverlust. Es werden insgesamt 10 solche scheinbaren Myokardinfarkt-Fälle beschrieben und der Zweifel an der Diagnose begründet; bei 3 davon konnte das vermutete Fehlen eines Myokardinfarktes autoptisch gesichert werden. Zusätzliche vektorkardiographische Ableitungen auf abdominaler Höhe sind eine entscheidende Hilfe bei der differentialdiagnostischen Beurteilung fehlender R-Ausschläge in den WILSON-Ableitungen über der Vorderwand, die im gegebenen Fall auf einen ausgesprochenen Proximitätseffekt der ventralen thorakalen Elektrode zurückzuführen sind.

Summary

Vectorcardiograms in the transverse plane at thoracic (towards the heart) and at abdominal level (away from the heart) were obtained on 250 hospitalized heart patients, in addition to the standard electrocardiographic records (EINTHOVEN, WILSON). In 29 cases, the WILSON-leads led to the diagnosis of either a sure, or a probable, or a possible infarction of the anterior wall. Clinical and vectorcardiographic estimation permitted differentiation of these patients into two groups: one with an ascertained, and the other with an erroneous anterior wall infarctus. It is not possible to recognize this difference in electrocardiographic and vectorcardiographic records in the transverse plane at thoracic level, because in all thoracic leads the R-deflection is absent in the dorso-ventral direction (Z-axis). In the abdominal transverse plane, however, the definite presence of an R-deflection is an indication of an intact anterior wall, whereas its absence corroborates the diagnosis of a real loss of anterior myocardial tissue. 10 cases of erroneous anterior myocardial infarction are described and factors underlying the false diagnosis are discussed. In 3 of these cases the absence of myocardial infarction was confirmed by autopsy. In the absence of an R-deflection in the precordial WILSON-leads (absence due to the proximity position of the ventral thoracic electrodes) additional vectorcardiographic leads at the abdominal level facilitate differential diagnosis.

Literaturverzeichnis

- [1] EDDLEMON, C. O., RUESTA, V. J., HORAN, L. G., BRODY, D. A.: Distribution of heart potentials on the body surface in five normal young men, with a critical commentary on technique. *Am. J. Cardiol.* 21, 860–870 (1968).
- [2] HOPFF, L., HUBER, A. K., WYSS, O. A. M.: Studien zur Vektorkardiographie. III. Der Nachweis des Proximitätseffektes der vorderen Brustwandelektrode beim Menschen. *Arch. Kreislaufforsch.* 40, 236–251 (1963).
- [3] HOPFF, L., WYSS, O. A. M.: Studien zur Vektorkardiographie. II. Das transversale Planogramm des Menschen. *Arch. Kreislaufforsch.* 39, 63–76 (1962).
- [4] HUBER, A. K.: Versuchsanordnung zum vektographischen Nachweis des Partialabgriffs am menschlichen Herzen (Demonstration). *Helv. Physiol. Acta* 17, C 5–C 6 (1959).
- [5] KINI, F. M., EDDLEMAN, E. E., PIPBERGER, H. F.: Electrocardiographic differentiation between left ventricular hypertrophy and anterior myocardial infarction. *Circulation* 42, 875–881 (1970).
- [6] LICHTLEN, P.: Klinische Vektor-Elektrokardiographie. Springer Verlag, 1969.
- [7] SENN, E., WYSS, O. A. M.: Studien zur Vektorkardiographie. VI. Versuchs des Nachweises von Proximitätseffekten der thorakalen Rückenelektrode beim Menschen. *Basic Res. Cardiol.* 68, 39–51 (1973).
- [8] WITHAM, A. C.: A system of vectorcardiographic interpretation. Year book medical publishers, Chicago 1975.
- [9] WYSS, O. A. M.: Beiträge zur elektrophysiologischen Methodik. IV. Ein vierfacher Vektorkardiograph. *Helv. Physiol. Acta* 20, 273–281 (1962).
- [10] WYSS, O. A. M., BOECKMANN, E.: Kritische Bemerkungen zur Vektorkardiographie. *Schweiz. med. Wschr.* 98, 1783–1789 (1968).

Arbeit aus der Rheumaklinik des Universitätsspitals Zürich und der medizinischen Abteilung des Kantonsspitals Schaffhausen.

Korrespondenz-Adresse: Dr. E. SENN, Rheumaklinik und Institut für physikalische Therapie, Universitätsspital, 8091 Zürich.

