

Hinweise für eine Linksventrikuläre Hypertrophie im Ruhe EKG

Einfacher und sensibler neuer Algorithmus (P-LP)

Im heutigen Zeitalter der Echokardiographie stellt sich die Frage nach dem Stellenwert der Diagnose der Linksventrikulären Hypertrophie (LVH) im Ruhe-EKG. Die Bedeutung der Diagnosestellung und Therapie der Ursachen einer LVH wird untermauert durch die deutlich erhöhte kardiovaskuläre Mortalität (1). Fast 70 Jahre nachdem M. Sokolow und T. P. Lyon das wohl berühmteste – wenn auch nicht sensitivste – elektrokardiographische Zeichen einer LVH beschrieben haben (2), gibt es heute eine Vielzahl von LVH-Indices im EKG. In diesem Artikel beleuchten wir einen neuen und gemäss bisherigen Daten recht sensitiven Algorithmus aus dem Jahr 2017, den Peguero-Lo Presti (P-LP) Algorithmus (3).

Dans l'ère actuelle de l'échocardiographie, la question de la place du diagnostic de l'hypertrophie ventriculaire gauche (HVG) dans l'ECG au repos se pose. L'importance du diagnostic et du traitement des causes de l'HVG est étayée par l'augmentation significative de la mortalité cardiovasculaire (1). Près de 70 ans après que M. Sokolow et T.P.P. Lyon ont décrit le signe électrocardiographique le plus célèbre – bien que non le plus sensible – d'une LVH (2), il existe maintenant de nombreux indices LVH dans l'ECG. Dans cet article, nous examinons un nouvel algorithme et, selon les données actuelles, un algorithme assez sensible à partir de l'année 2017, l'algorithme Peguero-Lo Presti (P-LP) (3).

Bei der LVH kommt es zu einer Zunahme der Grösse der Myokardfasern des linken Ventrikels als Reaktion auf eine Druck- oder Volumenbelastung oder als Folge einer genetisch determinierten Hypertrophie (Hypertrophe Kardiomyopathie). Diese chronischen Prozesse führen zum typischen echokardiographischen Bild einer LV-Hypertrophie und elektrokardiographisch zu Veränderungen der De- und Re-Polarisation im Ruhe-EKG. Dabei kommt es zu folgenden elektrokardiographischen Veränderungen:

► **Zunahme QRS-Voltage**

- Zunahme Amplitude der R-Zacke über links lateralen Ableitungen
- Verlängerung QRS Dauer
- Inkompletter oder kompletter Linksschenkelblock (LAHB oder LSB)
- Veränderung der elektrischen Herzachse
- Abweichung nach links $\leq -30^\circ$

► **Repolarisationsveränderungen**

- ST-Senkung, T-Negativierungen in Ableitungen mit hohem R («LV Strain»)



Dr. med.
Urs N. Dürst
Zollikon



Dr. med.
Victor Dürst
Zollikon

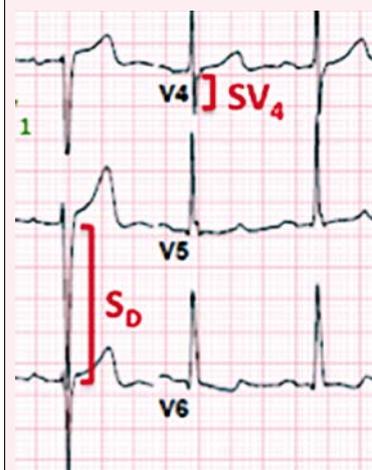
► **Linksatriale Anomalie**

- Verlängerung P-Welle ≥ 120 ms in Extremitäten-Ableitungen
- Biphasisches P mit prominentem, negativem Anteil (≥ 40 ms, ≥ 1 mV tief) in V1

Es gibt aber auch Faktoren, welche die klassischen EKG-Veränderungen abschwächen oder cachieren: Extrakardial sind dies z. B. die Isolation durch Luft (COPD), die Isolation durch Fett oder Flüssigkeit (Adipositas; Mammae; Perikarderguss). Kardiale Faktoren umfassen eine Vermehrung des interstitiellen, elektrisch nicht leitenden Gewebes z. B. Fibrose oder Amyloid (low Voltage, Pseudoinfarkt Muster). Untersuchungsabhängig wird die Ausprägung der LVH-Zeichen durch die Lage der Elektroden beeinflusst. In Anbetracht all dieser Einflussfaktoren ist gut nachvollziehbar, dass elektrokardiographische Zeichen keine sehr hohe Sensitivität im Vgl. zu den bildgebenden Verfahren erreichen können. Aber der Stellenwert des EKG's bei der (Verdachts-)Diagnose einer LVH wird durch die einfache Verfügbarkeit und die tiefen Kosten definiert. So gibt das EKG neben der Klinik einen ersten Eindruck

ABB. 1 Definition des Peguero-Lo Presti-Kriteriums

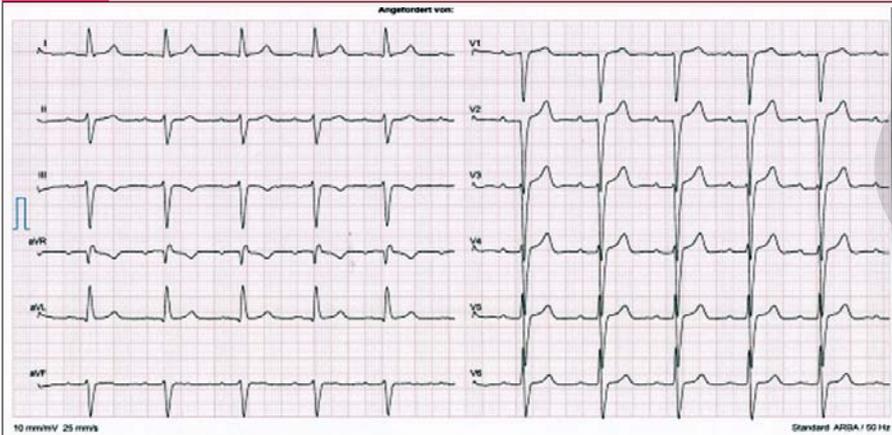
$SD + SV_4 \geq 2,8 \text{ mV (m)} / \geq 2,3 \text{ mV (f)}$



SD: tiefste S-Zacke in irgendeiner Extremitäten- oder Brustwandableitung

SV4: S-Zacke in V4 (Ist das tiefste S in V4, so wird der Wert verdoppelt)

ABB. 2 EKG-Beispiel einer LVH mit positivem Peguero-Lo Presti Index



80-j. Patient mit einer Hypertonie und mittelschweren Aortenklappenstenose:
EKG: HF 67/min; PQ 228 ms; QRS: 130 ms; Achse: -51 Grad; AV-Block I; LAHB; verzögerte R-Progression in V1–V4. Zeichen der LV-Hypertrophie: PG-LP: tiefstes S in irgendeiner Abl. + S in V4 $\geq 2,8$ mm; Cornell: R in aVL + S in V3 ≥ 35 mm – hier negativ; Modifiziertes Cornell Zeichen: R in aVL ≥ 12 mm – hier 11 mm.

trophie. Gemäss den Studienautoren hat aber die S-Zacke vermutlich eine bessere Assoziation mit der LVH. Der frühe Anteil der Ventrikel-Depolarisation (erste 30 ms) und somit des QR-Komplex repräsentiert vorwiegend die Erregung des inter-ventrikulären Septums und der inneren Myokardschichten. Der späte Anteil des QRS-Komplexes (> 50 ms), also die S-Zacke, widerspiegelt besser die Erregung der freien Ventrikelwand und somit die LVH. Bei einer LVH geht der Hauptvektor der Depolarisation in den Ableitungen V3 und V4 nach posterolateral. Dies bedeutet, dass es im Oberflächen-EKG zu einem tiefen S in den genannten Ableitungen V3 und V4 kommt. Dies war die pathophysiologische Grundlage zur aktuellen EKG-Studie mit dem P-LP-Kriterium.

Die Definition des Peguero-Lo Presti Kriteriums (P-LP) ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Single Center Studie aus dem Mount Sinai Medical Center in Florida führte eine

TAB. 1 EKG-Veränderungen bei LVH Verdachtsdiagnose

Sokolow-Lyon Criteria	
S in V1 + R in V5 or V6 ≥ 35 mm Sensitivity 20%, Specificity 93% (4)	
Cornell criteria	
R in aVL + S in V3 $\geq 2,8$ mV (in males) or $\geq 2,0$ mV (in females) Sensitivity 22%, Specificity 96% (5)	
Modified Cornell Criteria	
R in aVL ≥ 12 mm	
Romhilt-Estes LVH Point Score System	
Score = 4, LVH is «probable» with 30% to 54% sensitivity. Score ≥ 5 , LVH is «definite» (Sensitivity 34%, Specificity 93%) (5)	
• Amplitude of largest R or S in limb leads ≥ 20 mm	= 3 points
• Amplitude of S in V1 or V2 ≥ 30 mm	= 3 points
• Amplitude of R in V5 or V6 ≥ 30 mm	= 3 points
• ST and T wave changes opposite QRS without digoxin	= 3 points
• ST and T wave changes opposite QRS with digoxin	= 1 point
• Left Atrial Enlargement	= 3 points
• Left Axis Deviation	= 2 points
• QRS duration ≥ 90 ms	= 1 point
• Intrinsicoid deflection in V5 or V6 > 50 ms	= 1 point

retrospektive Analyse mit 2 Kohorten bei insgesamt 216 Patienten durch. In einer Testkohorte waren 94 Patienten; davon 50% (n=47) hyperten (175 +/- 35 zu 93 +/- 22 mmHg) mit oder ohne Endorganschäden. An der Testkohorte wurde die Performance des gewählten EKG-Kriteriums durch Vergleich von EKG und Echokardiographiebefund überprüft. Die transthorakale Echokardiographie definierte dabei die LVH durch Messung der enddiastolischen Wanddicken und des LV-Durchmessers in der parasternalen Längsachse (Devereux formula; LVH bei Linksventrikulärer Masse indexiert > 115 g/m² beim Mann, > 95 g/m² bei der Frau. Konzentrisch bei relativer Wanddicke (RWT) $\geq 0,42$, exzentrisch bei RWT $< 0,42$). Die Validationskohorte bestand aus 122 Patienten, welche während derselben Hospitalisation ein EKG und ein Echo erhalten haben, dies unabhängig von der initialen Diagnose. Ausgeschlossen waren Patienten mit schlechter Schallqualität, Schenkelblock oder Pacemaker-Rhythmus.

Das EKG wurde von zwei verschiedenen Kardiologen nach den Kriterien «P-LP-Index», Cornell-Index, Sokolow-Lyon-Index, RL1 und R in aVL beurteilt.

Bei den Hypertonikern in der Testkohorte fand man echokardiographisch signifikant mehr konzentrische Hypertrophien (LVMI > 95 (f) resp. > 115 g/m² (m) und RWT $> 0,42$).

Die statistische Auswertung ergab in der Testkohorte für das P-LP-Kriterium eine sehr gute Korrelation zur LVH (p $< 0,001$). So betrug die Sensitivität 70% und die Spezifität 89%. Die Vergleichsparameter Cornell, Sokolow-Lyon, RL1, R in aVL hatten bei einer sehr guten Spezifität von $> 90\%$ lediglich eine Sensitivität von 20–40%, wobei der Cornell Index noch das sensitivste Vergleichskriterium war.

In der Validationskohorte fanden sich ebenfalls viele Hypertoniker und Diabetiker; die Patienten waren älter und hatten mehr Komorbiditäten. Auch hier war das PLP-Kriterium sehr gut zur Erkennung einer LVH geeignet (p $< 0,001$). Es zeigte in dieser Kohorte eine Sensitivität von 57% bei einer Spezifität von 90%. Danach folgt das Cornell Kriterium mit einer Sensitivität von 31%; die restlichen Kriterien liegen bei einer Sensitivität von lediglich 14%. Die geringere Sensitivität in der Validationskohorte gegenüber der Testkohorte wird unter anderem durch

möglicher kardialer Pathologien mit Implikation für Differentialdiagnostik und weitere Abklärungen. Es sind bisher zahlreiche EKG-Kriterien für die Verdachtsdiagnose einer LVH beschrieben worden. Die gebräuchlichsten sind in Tabelle 1 beschrieben.

Peguero-Lo Presti (P-LP) Kriterium

Im April 2017 wurde nun von Julio Peguero und Saberio Lo Presti et al. im JACC ein neues EKG Kriterium, das sogenannte Peguero-Lo Presti (P-LP) Kriterium, publiziert (2).

Der Hintergrund zur Studie war, dass die bisherigen EKG-Kriterien für eine LVH lediglich eine tiefe bis moderate Sensitivität von 9–33% aufwiesen. Man suchte nach einem Kriterium mit deutlich besserer Sensitivität bei gleich guter Spezifität. Der bisherige Fokus lag auf der Amplitude der R-Zacke als Zeichen der Hyper-

das häufigere Vorliegen einer exzentrischen LV-Hypertrophie bei den kränkeren Patienten erklärt, welche durch den P-LP nicht gut abgebildet wird.

Fasst man die beiden Populationen (Test- und Validationskohorte) zusammen so zeigt das von Peguero und Lo Presti vorgeschlagene Kriterium eine Sensitivität von 62% bei einer Spezifität von 90%.

Somit zeigt dieses Kriterium in der untersuchten Population eine deutlich bessere Sensitivität zur Erkennung einer LVH im EKG gegenüber den bisherigen elektrokardiographischen Kriterien. Es bestätigt sich die pathophysiologische Überlegung, dass die S-Zacke eine bessere Assoziation mit der LVH zeigt als die R-Zacke.

In einer weiteren Studie (6) konnte bei 138 untersuchten Patienten mit Aortenklappenstenose (im Echo AS schwer bei 52%, mittelschwer bei 24% und leicht bei 24%) bestätigte sich die gute Sensitivität des P-LP Kriteriums (49%) bei einer Spezifität von 84%. Darüber hinaus zeigte sich nach Korrektur der Variablen Alter, koronare Herzkrankheit, Herzinsuffizienz, dass das P-LP Kriterium ein unabhängiger Prädiktor für Gesamtmortalität war (HR 4.2, $p=0.036$).

Als limitierend für die Studie von Peguero und Lo Presti werden die kleine Studienpopulation, die Durchführung an nur einem Zentrum und das retrospektive Studiendesign bemängelt. Ethnie-spezifische Unterschiede, wie man sie aus Untersuchungen von sportbedingten EKG-Veränderungen kennt, wurden nicht untersucht. Die Bestimmung der LV-Masse erfolgte durch 2D-Echo, wobei ein CMR hierfür die exaktere Bildgebung darstellen würde. Zusammenfassend bietet das P-LP-Kriterium ein einfaches, deutlich sensitiveres EKG-Kriterium zur Verdachtsdiagnose einer linksventrikulären Hypertrophie. Es muss in grösseren Studienpopulation aber noch weiter validiert werden.

Dr. med. Urs N. Dürst und Dr. med. Victor Dürst

Kardiologie FMH, Zollikerstrasse 79, 8702 Zollikon, urs.n.duerst@hin.ch

+ **Interessenskonflikt:** Die Autoren haben keine Interessenskonflikte im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.

Literatur:

1. Levy D et al. Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart Study. *N Engl J Med* 1990; 322:1561–6
2. Sokolow M, Lyon TP. The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am Heart J* 1949;37:161–186
3. Peguero JG et al. Electrocardiographic Criteria for the Diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy. *JACC* 2017; 69(13):1694–703
4. Casale PN et al. Electrocardiographic Detection of Left Ventricular Hypertrophy: Development and Prospective Validation of Improved Criteria. *JACC* 1985;6(3):572-80
5. Schillaci G et al. Improved electrocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol* 1994;74(7):714–9
6. Ramchand J et al. The Peguero-Lo Presti Electrocardiographic Criteria Predict All-Cause Mortality in Patients With Aortic Stenosis. *JACC* 2017;70(14):1831-2

Take-Home Message

- ◆ Die Bedeutung der Diagnosestellung und Therapie der Ursachen einer LVH wird untermauert durch die deutlich erhöhte kardiovaskuläre Mortalität (1).
- ◆ Fast 70 Jahre nachdem M. Sokolow und T. P. Lyon das wohl berühmteste – wenn auch nicht sensitivste – elektrokardiographische Zeichen einer LVH beschrieben haben (2), gibt es heute eine Vielzahl von LVH-Indices im EKG.
- ◆ Das P-LP-Kriterium bietet ein einfaches, deutlich sensitiveres EKG-Kriterium zur Verdachtsdiagnose einer linksventrikulären Hypertrophie.
- ◆ Dieses Kriterium muss aber noch in grösseren Studienpopulation weiter validiert werden.
- ◆ Heute sollte und kann das Ruhe EKG zur Verdachtsdiagnose einer linksventrikulären Hypertrophie vor einem bildgebenden Verfahren verwendet werden.

Messages à retenir

- ◆ L'importance du diagnostic et du traitement des causes de l'HVL est étayée par l'augmentation significative de la mortalité cardiovasculaire (1).
- ◆ Près de 70 ans après que M. Sokolow et T. P. P. Lyon ont décrit le signe électrocardiographique le plus célèbre - bien que non le plus sensible – d'une LVH (2), il existe maintenant de nombreux indices LVH dans l'ECG.
- ◆ Le critère P-LP offre un critère ECG simple et significativement plus sensible pour le diagnostic d'une hypertrophie ventriculaire gauche présumée.
- ◆ Toutefois, ce critère doit encore être validé dans une population d'étude plus large.
- ◆ Aujourd'hui, l'ECG au repos devrait et peut être utilisé pour diagnostiquer l'hypertrophie ventriculaire gauche suspectée avant une procédure d'imagerie.