



**GSF-Forschungszentrum
für Umwelt und Gesundheit
GmbH**

medis Institut für Medizinische
Informatik und Systemforschung

KORA – Survey 2000

Die elektrokardiographische Untersuchung

EKG- Untersucher-Handbuch

DATEIÜBERSICHT: "Man-U5"

1	Die Elektrokardiographische Untersuchung	2
1.1	Einführung und Zweck	2
2	EKG-Entstehung und -Ableitung	4
3	Abnahmestellen für das EKG	4
3.1	Extremitäten-Ableitungen	5
3.2	Brustwand-Ableitungen	6
3.3	Exakte Bestimmung der Elektrodenpositionen C1-C6	7
4	Komponenten des EKG-Systems	9
5	Raumbedarf / Aufteilung	10
5.1	Raumtemperatur	10
5.2	Anordnung von EKG-Liege und EKG-Erfassungssystem	10
6	Verbrauchsmaterial	11
7	Durchführung der EKG-Untersuchung	11
7.1	Vorbereitung des Probanden	11
7.2	Technische Vorgehensweise	12
7.3	Probanden-Information	14
8	Entstellung der EKG-Kurve infolge technischer Mängel und Abhilfe	15
Anhang 1: Checkliste für die EKG-Untersuchung		17
Anhang 2: BioSys2000 – Bedienung		18
Anhang 3: EKG-Bogen, EKG-Schrieb und Ergebnisse der Computerbefundung		22
Anhang 4: EKG-Tagesliste		28

1. Die Elektrokardiographische Untersuchung

1.1 Einführung und Zweck

Wozu EKG?

Die Elektrokardiographie ist ein bewährtes Verfahren der Herzdiagnostik. Da es sich um ein relativ einfaches und ungefährliches diagnostisches Verfahren handelt, hat die Elektrokardiographie weite Verbreitung in ärztlicher Praxis und klinischer Routine gefunden.

EKG im KORA-Survey 2000

Die Elektrokardiographie ist auch Bestandteil des Untersuchungsprogramms im KORA – Survey 2000. Es werden deshalb die apparativen, räumlichen und organisatorischen Voraussetzungen geschaffen, dass die EKG-Untersuchungen sowohl im Stammzentrum in Augsburg als auch in den Außenzentren durchgeführt werden können. Registriert werden das konventionelle 12-Kanal-EKG und ein 5-minütiges Rhythmus-EKG.

Qualität der EKG-Registrierung

Von besonderer Bedeutung im Rahmen des Survey 2000 ist die Registrierung von Elektrokardiogrammen hoher Qualität. Diese Qualität ist in besonderem Maße von den Untersucherinnen, die die EKG-Ableitung durchführen, abhängig. Nachfolgend werden vor allem jene Punkte ausführlich angesprochen, die maßgeblichen Einfluss auf die Qualität der EKG-Registrierungen haben.

Computer-EKG-Analyse

Im Rahmen des KORA-Projektes wird ein erprobtes Verfahren der Computer-EKG-Auswertung eingesetzt, das über den Rahmen einer ärztlichen Befundung hinausgehend detaillierte Ergebnisse der EKG-Vermessung und –Befundung liefert.

Ergebnisse der EKG-Untersuchung

Die Ergebnisse der EKG-Befundung sind sowohl für die untersuchten Probanden als auch für die KORA-Studie von Bedeutung:

- Dem Probanden wird mitgeteilt, ob sich aus seinem EKG ein kontrollbedürftiger Befund ableiten läßt.
- Für die Studie ist z. B. von Bedeutung, wie häufig bestimmte EKG-Anomalien in der Augsburger Bevölkerung vorkommen und welche Beziehungen zwischen EKG-Anomalien und kardiovaskulären Risikofaktoren (z. B. Bluthochdruck) bestehen.

Weitere Unterlagen

In separaten Manuals sind das PC-EKG-System BioSys2000 und der Elektrokardiograph BIOSET 9000 genauer beschrieben.

2. EKG-Entstehung und -Ableitung

Die Elektrokardiographie registriert die bei jeder Herzaktion auftretenden Aktionsströme des Herzmuskels. Beim konventionellen EKG erfolgt dies mit Hilfe von Elektroden, die auf der Haut angebracht werden. Die so an der Körperoberfläche abgeleiteten Ströme werden an einen Verstärker mit Registriereinrichtung, den sog. Elektrokardiographen, geleitet und sichtbar gemacht.

Aus der Form der registrierten "EKG-Kurve" läßt sich feststellen, ob das EKG "Normal" ist oder evtl. bestimmte Herzkrankheiten vorliegen.

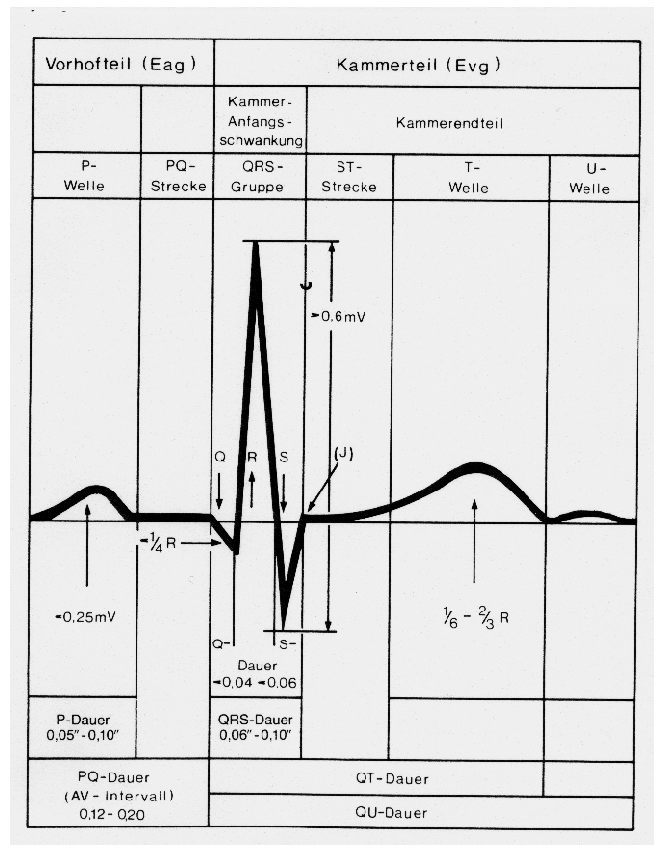


Abb. 1: Normales Elektrokardiogramm (Ableitung I)
(aus Heinecker: EKG in Klinik und Praxis)

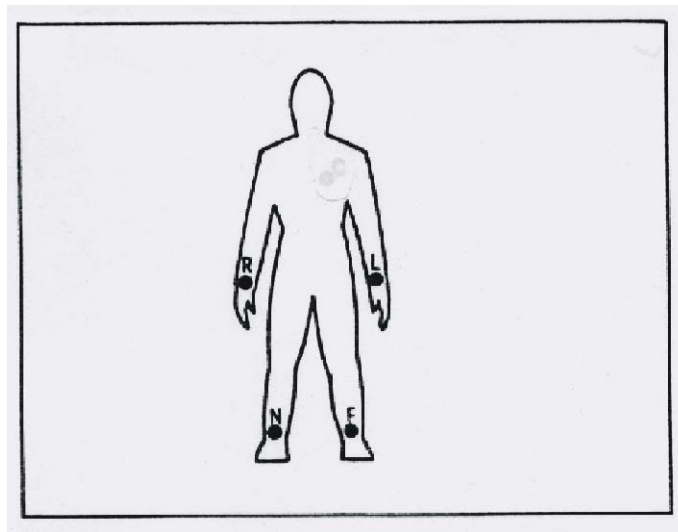
3. Abnahmestellen für das EKG

Beim konventionellen EKG unterscheidet man zwischen zwei Ableitungsgruppen

- den Extremitätenableitungen nach Einthoven (Abl. I, II, III) und Goldberger (Abl. aVR, aVL, aVF)
- den Brustwandableitungen nach Wilson (V1 – V6)

3.1 Extremitäten-Ableitungen

Es sind insgesamt 4 Elektroden an den Positionen wie in Abbildung 2 dargestellt, anzubringen.



Kabelfarbe und Ableitstellen für Ableitungen nach Einthoven und Goldberger:

Steckerfarbe entweder	oder	Ableitstellen Extremitäten
grau/rot	rot	R rechter Arm
grau/gelb	gelb	L linker Arm
grau/grün	grün	F linkes Bein
grau/schwarz	schwarz	N rechtes Bein neutral

Abb. 2: Abnahmestellen für die Extremitätenableitungen

3.2 Brustwand-Ableitungen

Die Positionen der Brustwandableitungen C1 – C6 sind in Abbildung 3 dargestellt.

Elektrode	Kennfarbe	Elektrodenposition
C1	weiß/rot	4. ICR, rechter Sternalrand
C2	weiß/gelb	4. ICR, linker Sternalrand
C3	weiß/grün	zwischen C2 und C4
C4	weiß/braun	5. ICR, linke Medioclavikularlinie
C5	weiß/schwarz	linke, vordere Axillarlinie in Höhe von C4
C6	weiß/violett	linke, mittlere Axillarlinie in Höhe von C4

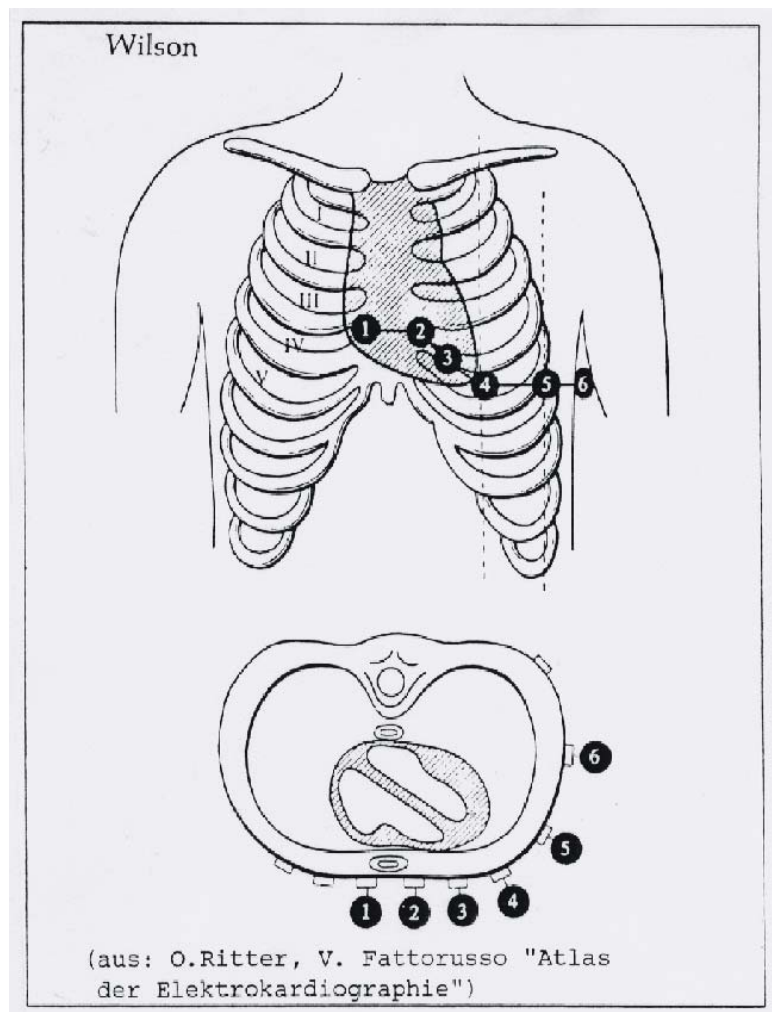


Abb. 3: Positionen der Brustwandableitungen

3.3 Exakte Bestimmung der Elektrodenpositionen C1-C6

Für die richtige diagnostische Bewertung des EKG ist eine korrekte Positionierung der Brustwandableitungen von großer Bedeutung. Abweichungen von nur wenigen Zentimetern an der Thoraxoberfläche führen zu starken Veränderungen der EKG-Kurve. Zur genauen Bestimmung der Elektrodenpositionen C1 – C6 wird deshalb der sog. "Thorax-Winkel" (siehe Abb. 5) benutzt. Die Elektrodenpositionen werden – vor dem Anlegen der Elektroden – auf dem Thorax des Probanden mit einem Fettstift markiert. Hierbei liegt der Proband auf dem Rücken. Im einzelnen ist wie folgt vorzugehen:

- (1) Ertasten Sie den 1. Intercostalraum am linken Sternalrand mit dem Zeigefinger der rechten Hand.
- (2) Zählen Sie bei sukzessivem Ertasten der folgenden Intercostalräume bis zum 4. Intercostalraum.
- (3) Markieren Sie mit einem Fettstift den rechten Sternalrand des 4. Intercostalraums → Position C1,
- (4) ebenso den linken Sternalrand des 4. Intercostalraums → Position C2.
- (5) Markieren Sie die Thorax-Mitte in Höhe des linken Sternalrandes des 5. Intercostalraums → Position X.

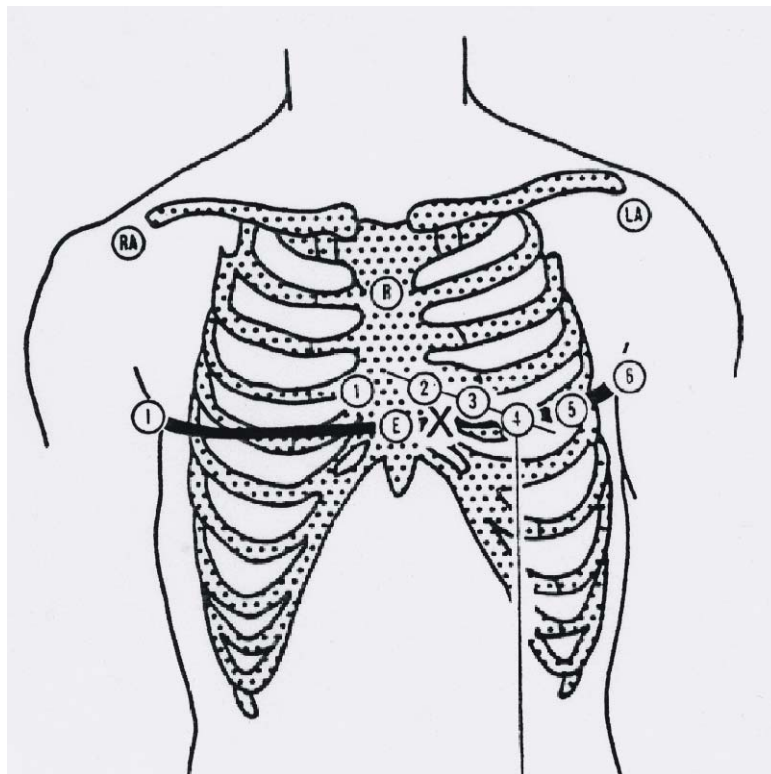


Abb. 4: Exakte Bestimmung der Elektrodenpositionen C1 – C6

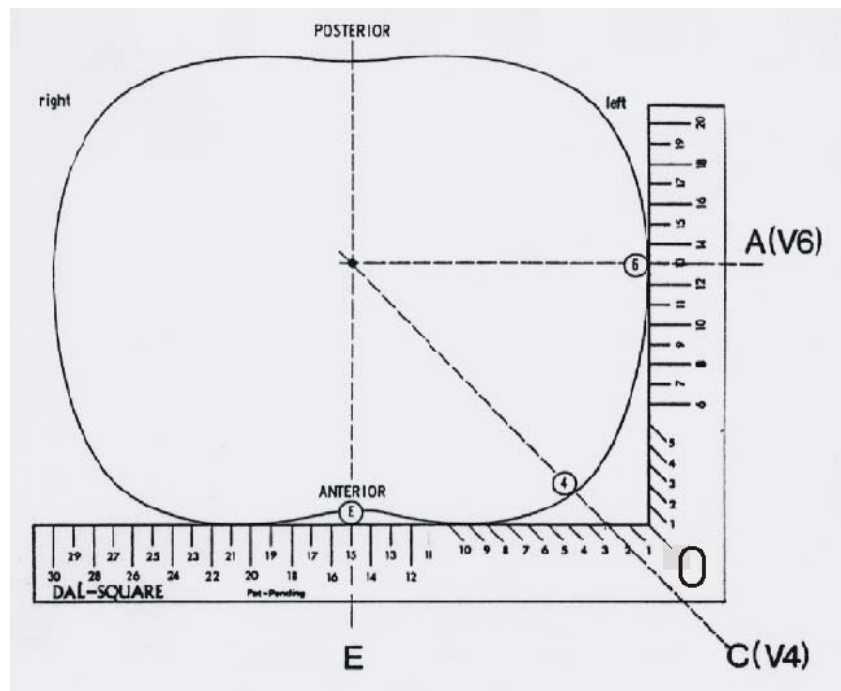


Abb. 5: Thorax-Winkel (DAL-Square)

- (6) Legen Sie den Thoraxwinkel bei Position X an und markieren Sie dort, wo der Thoraxwinkel die linke mittlere Axillarlinie kreuzt → Position C6.

Hinweis:

Der EKG-Untersucherplatz ist mit 2 Thorax-Winkeln unterschiedlicher Länge ausgestattet. Falls der sagittale Schenkel auf der Liege aufliegt muss der kürzere Winkel benutzt werden, da sonst eine fehlerhafte Messung auftritt.

- (7) Bestimmen Sie den Abstand \overline{OE} und den Abstand \overline{OA} und bilden Sie die Differenz

$$\overline{OC} = \overline{OE} - \overline{OA}.$$

- (8) Folgen Sie dem Wert \overline{OC} entsprechend der schrägen Linie auf dem Thorax-Winkel bis zur Körperoberfläche und markieren Sie diese Position → Position C4.
- (9) Markieren Sie die Position C5 exakt in der Mitte zwischen C4 und C6 → Position C5.
- (10) Markieren Sie die Position C3 exakt in der Mitte zwischen C2 und C4.

4. Komponenten des EKG-Systems

Das hier benutzte EKG-Erfassungs- und –Analysesystem besteht aus

- dem EKG-Saugelektrodensystem Cardiovac
- dem EKG-Gerät BIOSET 9000
- einem PC (Desktop mit Monitor oder Laptop)
- einem Laserdrucker

Die beschriebenen Geräte sind miteinander gekoppelt, haben jedoch eine separate Stromversorgung.

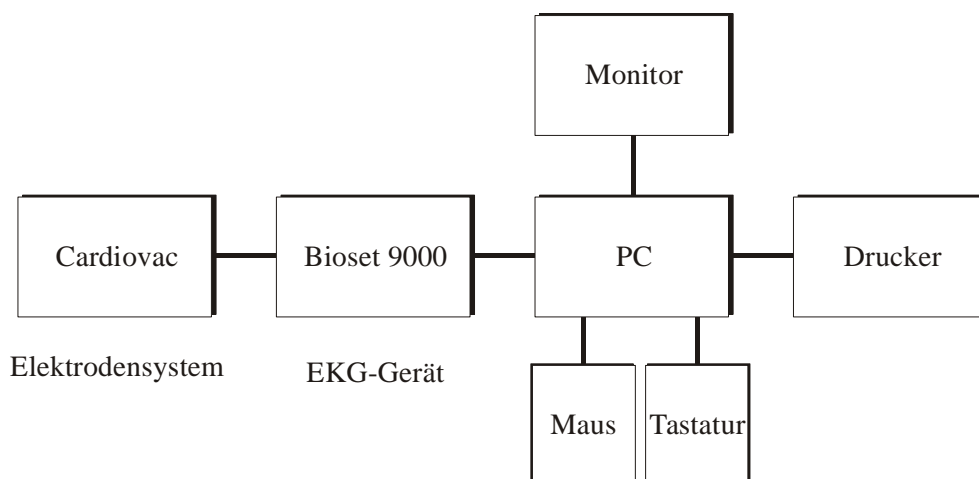


Abb. 6: Komponenten des EKG-Erfassungs- und Analysesystems

5. Raumbedarf / Aufteilung

5.1 Raumtemperatur

Die Raumtemperatur sollte bei EKG-Untersuchungen mindestens 22° C betragen.

5.2 Anordnung von EKG-Liege und EKG-Erfassungssystem

- EKG-Liege und EKG-Gerät so nebeneinander stellen, dass die linke Schulter des liegenden Patienten sich neben dem EKG-Gerät befindet. Nur hinreichend breite Liege für die EKG-Ableitung benutzen!
- Netzstromführende Kabel so legen, dass sie möglichst weit von der EKG-Liege und den Elektrodenkabeln entfernt sind.
- Liege nicht direkt neben Steckdosen aufstellen (sonst Gefahr der Überlagerung des EKG-Signals durch Wechselstrom bei der Registrierung).
- Das Cardiovac-Saugelektrodensystem muss separat geerdet sein.

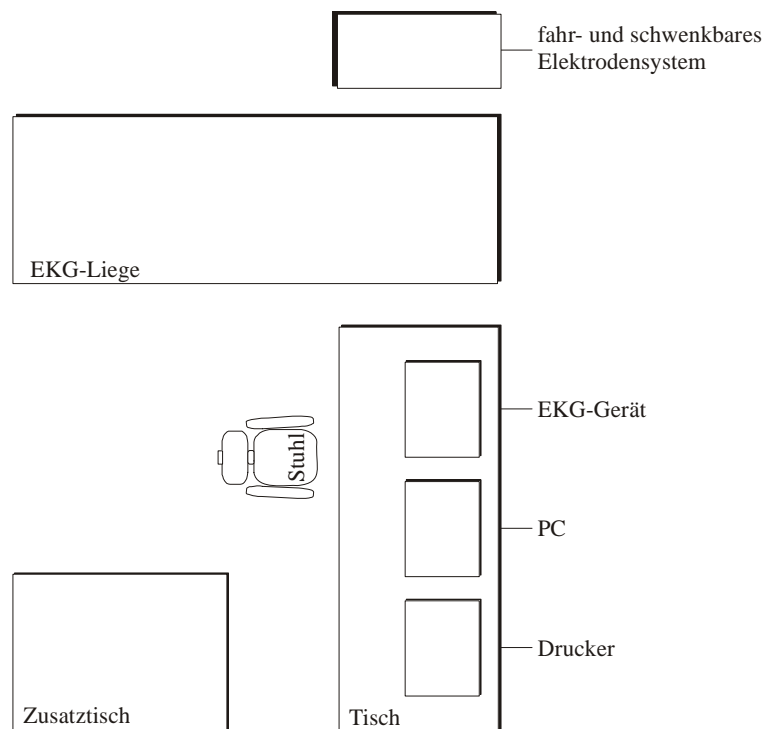


Abb. 7: Anordnung der Geräte für die EKG-Untersuchung

6. Verbrauchsmaterial

Registrierpapier für den Elektrokardiographen

Papier für die EKG-Liege

Fettstift für die Markierung der Elektrodenpositionen C1-C6

Elektrodenspray zur Reduzierung des elektrischen Hautwiderstands

Isopropylalkohol für Elektrodendesinfektion und Entfernung der Elektroden-Markierung

Kosmetiktücher / Watte zum Reinigen

Spezielle Klarsichthüllen für die Archivierung der EKG-Schriebe und –Befunde

Für das Außenzentrum sollte der Bedarf für die jeweils gesamte Öffnungsdauer vorrätig sein.

7. Durchführung der EKG-Untersuchung

Voraussetzung: Alle Geräte müssen eingeschaltet und betriebsbereit sein.



1. Immer zuerst das EKG-Gerät und den Laser-Drucker einschalten; erst dann den PC einschalten und BIOSYS 2000 starten !
2. Beim Start des Betriebssystems darf keine Diskette eingelegt sein.
3. Die EKG-Liege muss mit frischem Krepp-Papier abgedeckt sein.
4. Die Elektroden müssen in einem hygienisch einwandfreien Zustand sein.

7.1 Vorbereitung des Probanden

Die Vorbereitung des Patienten und das Anlegen der Elektroden sind ausschlaggebend für die Güte der registrierten Elektrokardiogramme.

Der Untersuchungsraum soll gut temperiert sein (mindestens 22°C), damit das Elektrokardiogramm nicht durch Muskelzittern des frierenden Patienten gestört wird. Der Oberkörper des Patienten muss entkleidet sein; ggf. Schmuck und Armbanduhr ablegen. Desweiteren müssen die Fußgelenke für die Elektrodenapplikation zugänglich sein (Schuhe und Strümpfe ausziehen). Der Patient muss auf einer genügend breiten Liege bequem und völlig entspannt gelagert werden. Es empfiehlt sich, unter die Knie des Patienten eine Zwischenlage oder Knierolle zur Entlastung der unteren Extremitäten zu legen. Steht die EKG-Liege an der Wand, so soll der Arm des Patienten nicht mit ihr in Berührung kommen. Während der EKG-Aufzeichnung soll der Patient möglichst flach atmen.

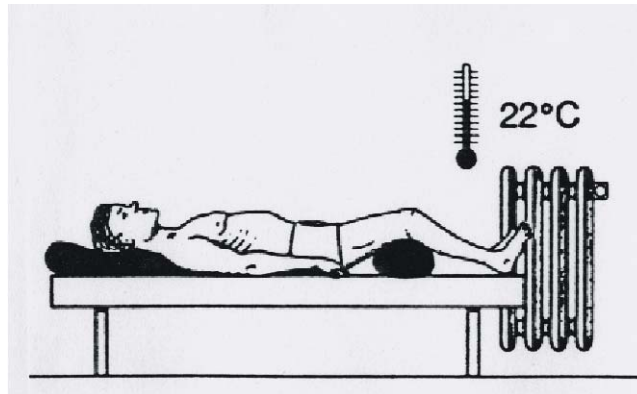


Abb. 8: Lagerung des Probanden

7.2 Technische Vorgehensweise

- (1a) Einträge in die EKG-Tagesliste
 - Untersucher-Nr.
 - Erhebungs-Nr. Etikett
 - (1b) Einträge in den EKG-Bogen
 - Untersucher-Nr.
 - Erhebungs-Nr. Etikett
 - Geburtsdatum des Probanden
 - Kurzinterview
 - Fragen zu ggf. früher durchgeführten EKG-Untersuchungen
 - Fragen zur Medikamenteneinnahme, Herzerkrankung, Herzoperation
 - (2) Eingaben in das PC-EKG-System
 - Erhebungs-Nr. (nur gültige Erhebungs-Nr. werden akzeptiert)
- !** Die Erhebungs-Nr. muss unbedingt eingetippt werden. Sonst wird das EKG unter der Patienten-Nr. 0 abgespeichert und kann somit nicht richtig zugeordnet werden.
- Geburtsdatum (TT.MM.JJJJ)
 - Untersucher-Nr. auswählen
- (3) Elektroden-Markierung (wie in Kapitel 3.2. beschrieben) vornehmen
- (4) Vor Anlegen der einzelnen Elektroden ist die Hautoberfläche - **nicht** die Elektrode ! - an den markierten Positionen ausreichend mit Elektroden-Spray zu befeuchten.
- (5) Saugelektrodenpumpe einschalten
möglichst niedrige Stufe wählen, um vorzeitige Austrocknung der Haut und Bildung von Hämatomen bei empfindlicher Haut zu vermeiden.
Bei starker Behaarung Saugleistung höher schalten.
- (6) Extremitätenableitungen in der Reihenfolge
 - linkes Bein
 - rechtes Bein
 - linker Arm
 - rechter Armund Brustwandableitungen in der Reihenfolge C1 – C6 anlegen.
Die durch unterschiedliche Farben und Buchstaben gekennzeichneten Elektroden dürfen nicht vertauscht werden.
- (7) Die Elektrodenkabel müssen "geordnet" verlaufen und dürfen keine "Schleifen" bilden, um induktive Wechselstromstörungen zu vermeiden (siehe Abbildung 9)

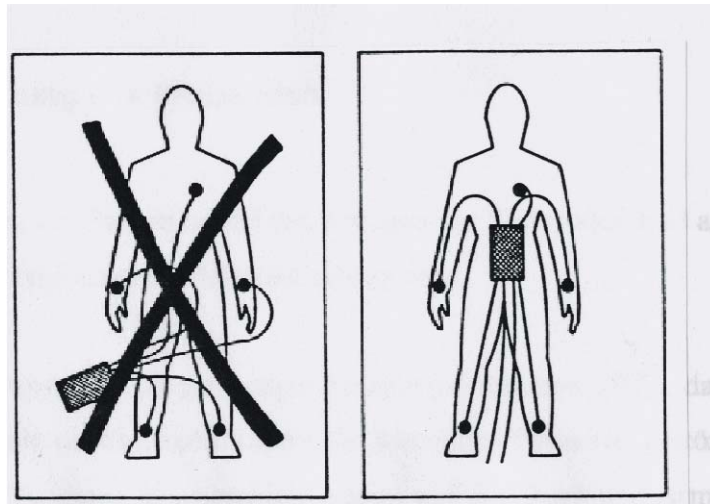


Abb. 9: Anordnung der Elektrodenkabel

- (8) Am PC durch Mausklick
- Ruhe-EKG-Registrierung starten
 - Nach mindestens 10 sec "sauberer" Registrierung Aufnahme stoppen
Wenn die Qualität unzureichend ist, Fehlerursache beseitigen und 10 sec saubere Registrierung bis zum STOP abwarten
 - Analyse starten (hierbei wird das EKG gleichzeitig abgespeichert)
 - Drucker starten (hierbei werden 3 Seiten ausgedruckt; benötigt ca. 2 Minuten)



Wenn die Meldung "Analyse nicht möglich" erscheint (z. B. bei elektronischem Schrittmacher), "EKG abspeichern" anklicken

- (9) Am EKG-Gerät Test-Schrieb erstellen durch einmaliges Drücken der Start/Stop-Taste (stoppt automatisch, wenn 2 Blätter beschrieben sind) (Papiervorschub 50 mm/sec, alle Filter auf Stellung "AUS"!)
Wenn die Qualität unzureichend erscheint, Abhilfe schaffen und Registrierung wiederholen (siehe Kapitel 8: Abhilfe bei gestörter Signalqualität)
Erheb.-Nr. Etikett auf den EKG-Schrieb kleben
- (10) Rhythmus-EKG-Registrierung am PC starten (Registrierung dauert 5 Minuten). Hierbei wird das Rhythmus-EKG automatisch abgespeichert
- (11) Start des Druckvorgangs am PC (1 Seite Rhythmus-Schrieb)
- (12) Umschalten der Elektrodenpumpe von Vakuum auf Druck → Lösen der Elektroden; Abschalten der Elektrodenanlage
- (13) Elektrodenmarkierungen mit Alkohol und Watte oder Papiertuch entfernen
- (14) Dem Probanden mitteilen, dass er sich jetzt wieder ankleiden kann
- (15) EKG-Bogen vervollständigen
- Durchführung des 12-Kanal-EKG
 - Durchführung des Rhythmus-EKG
 - Bemerkungen: Besondere Vorkommnisse, wie z. B. erschwerte Registrierungsbedingungen wie "starker Tremor wegen Parkinson" eintragen

- (16) EKG-Tagesliste in gleicher Weise vervollständigen
- (17) Ablage der gesamten EKG-Unterlagen in Spezialfolie in der Reihenfolge
- EKG-Bogen (ganz oben)
 - BIOSET 9000 EKG-Schrieb
 - 12-Kanal Laser-Print
 - Meßwert-Matrix-Print
 - Repräsentativ-Zyklus-Print
 - 5 Min. Rhythmus-Print
- (18) Elektroden reinigen und EKG-Liege frisch beziehen;
gesamten EKG-Arbeitsplatz geordnet hinterlassen.



Die Elektrodenkabel dürfen auf keinen Fall in eine Reinigungsflüssigkeit eingetaucht werden. jegliche Heißsterilisation mit Wasser, Dampf oder Luft sowie die Verwendung von Äther ist unbedingt zu vermeiden.
Die ideale Reinigungsmöglichkeit besteht darin, die Elektroden in ein Wasserbad einzuhängen und selbsttätig sprudelnd reinigen zu lassen.

7.3 Probanden-Information

Teilen Sie dem Probanden nach der EKG-Ableitung mit, dass er schriftlich über den EKG-Befund informiert wird. Machen Sie selbst keine Mitteilung über den aktuellen Computer-Befund!

1.

8. Entstellung der EKG-Kurve infolge technischer Mängel und Abhilfe

Beispiele aus: Heinecker "EKG-Fibel" und O. Ritter, V. Fattorusso "Atlas der Elektrokardiographie"

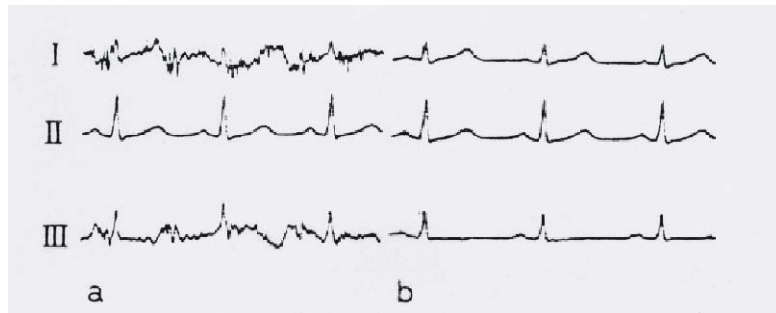


Abb. 10: Starke Verzitterung der Ableitungen I und III durch groben Tremor der linken Hand bei Elektrodenanbringung am Unterarm (a). Durch rumpfnahes Anlegen der Extremitätenelektroden gut verwertbare EKG-Kurve (b).

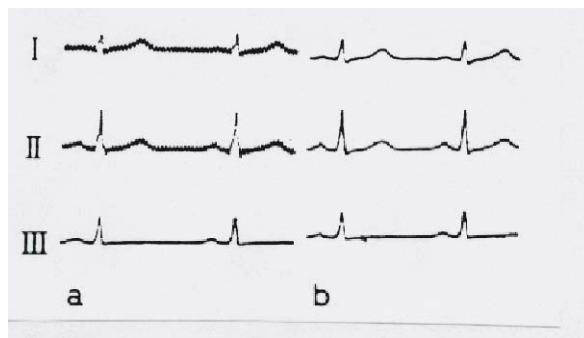


Abb. 11: Bei großem Übergangswiderstand zwischen Haut und Elektroden ist das Elektrokardiogramm häufig von Wechselstrom überlagert. Diese Störung ist gekennzeichnet durch völlig regelmäßig geformte Zäckchen, die der Wechselstromfrequenz von 50 Perioden pro Sekunde entsprechen (a). – Selten bleibt nach Verwendung von ausreichend Elektroden spray eine Wechselstromüberlagerung bestehen (b). Ggf. sollte versucht werden, das Untersuchungsbett im Raum anders zu stellen.

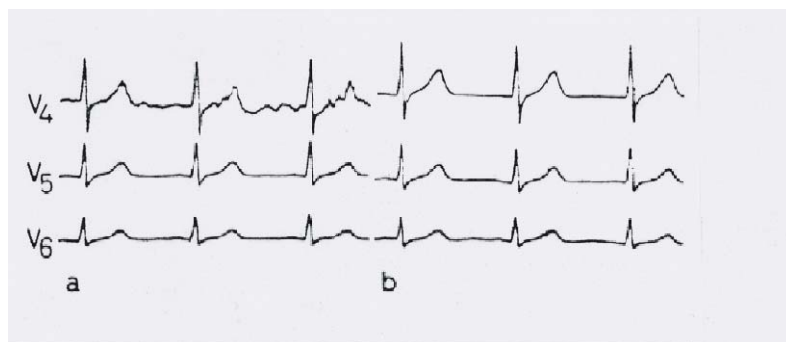
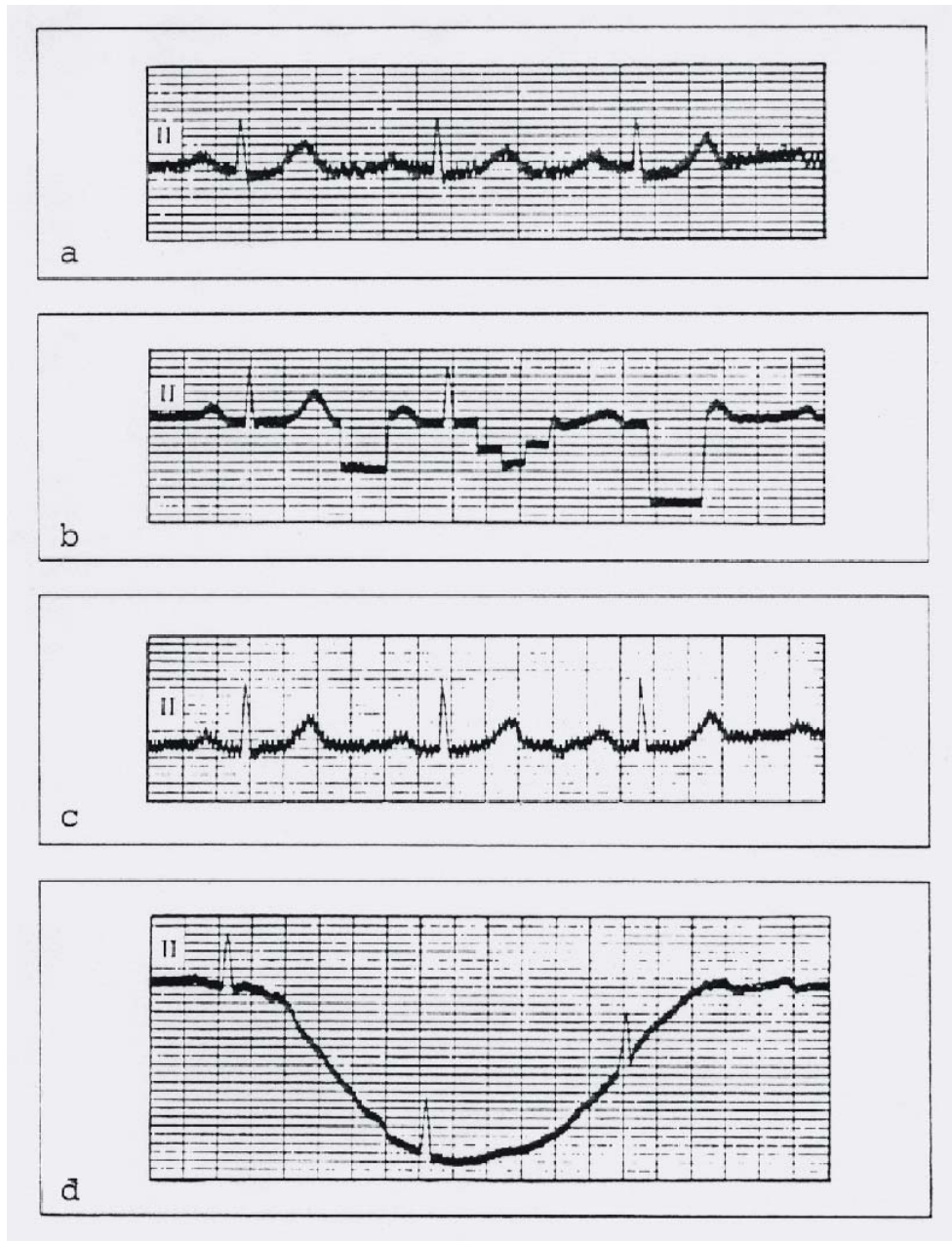


Abb. 12: Grobe Verzitterung des Kurvenzuges in V₄ (hier sind lediglich V₄-V₆ wiedergegeben) durch ungenügendes Haften der Saugelektrode (a). Beseitigung durch zuverlässige Befestigung der Elektrode (b).



- Abb. 13a: **Muskelzittern.** Die unregelmäßigen Oszillationen der Aufnahme sind auf Muskelaktionsströme des zitternden Patienten zurückzuführen. Während der Aufnahme des EKGs sollte man sich daher vergewissern, dass der Patient nicht infolge von Kälte oder Angst zittert.
- Abb. 13b: **Mangelhafte Kontakte.** Schroffe Sprünge der Aufnahme können mangelhafte Kontakte als Ursache haben.
- Abb. 13c: **Wechselströme.** Eine nicht seltene Störung, welche sich durch regelmäßige Oszillation der Kurve mit einer Frequenz von 50 Schwingungen/sec kundtut. Um sie zu vermeiden, ist ein korrektes Anbringen der Elektroden oder eine Umstellung des Elektrographen vorzunehmen.
- Abb. 13d: **Langsame Schwingungen der isoelektrischen Linie** können Polarisierung der Elektroden, Verschieben der Elektroden durch Atmungsbewegungen oder eine schlechte Einstellung des Verstärkers als Ursache haben.