

## 5 Kompakte Ableitelektroden mit Elektrolytbrücke (Elektrolytelektrode)

Nagel, J., Schaldach, M. (Erlangen-Nürnberg)

Zentralinstitut für Biomedizinische Technik, Universität Erlangen-Nürnberg

Bei der Ableitung bioelektrischer Potentiale von der Körperoberfläche kommt den Übertragungseigenschaften der Elektroden eine wesentliche Bedeutung zu. Die wichtigsten Charakteristika der Elektroden sind ihr Offset-Potential, d.h. Drift und Rauschen, ihre Impedanz und ihre chemische Aktivität. Darüber hinaus werden bei manchen Anwendungen besondere Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften der Elektroden sowie ihre Handhabung gestellt. Die Ankopplung der Elektroden an die Haut kann entweder in direktem Kontakt erfolgen oder aber indirekt, wobei die Elektrode auf einer leitfähigen Paste schwimmt. Bei direkter Elektrodenkontaktierung treten starke Bewegungsartefakte auf, die auf der Instabilität der Phasengrenze Haut/Elektrode beruhen. Da die elektrochemische Doppelschicht einen Ladungsgradienten aufweist, verursachen mechanische Beeinflussungen Änderungen der Doppelschichtimpedanz und des Elektrodenoffsetpotentials, die sich als Spannungsrauschen bei der Signalerfassung bemerkbar machen.

Hinsichtlich der elektrischen Eigenschaften und der geringen Toxizität übertreffen nichtpolarisierbare Silber/Silberchloridelektroden zur externen Ableitung von Körperpotentialen alle sonst üblichen Elektroden-systeme. Problematisch ist jedoch ihre Fixierung auf der Haut. Hierzu sind unterschiedliche Methoden üblich. Unabhängig davon, ob eine direkte oder indirekte Kontaktierung erfolgt, werden die Elektroden entweder durch elastische Bänder fixiert, geklebt, oder durch eine Unterdruckkammer angesaugt.

Bei der Ableitung des fetalen EKG vom Abdomen der Mutter zur Schwangerschafts- und Geburtsüberwachung oder anderer Biosignale, stellt das Auffinden der geeigneten Elektrodenposition ein oftmals langwierig zu lösendes und schwieriges Problem dar. Die hierzu verwendeten Saugelektroden sind in der Handhabung umständlich und führen oft zu Hämatomen. Zur Vermeidung dieser Nachteile und zur Vereinfachung der Applikation wurde eine spezielle Suchelettrode entwickelt.

Die Elektrode besteht aus einer Silber/Silberchlorid-Elektrode, die über eine stabile Elektrolytbrücke mit der Haut in Kontakt steht. Die Kontaktierung erfolgt über eine Faserspitze,

die aufgrund ihrer Kapillarwirkung einen gleichmäßigen Fluß zwischen einem Elektrolyt-Reservoir und der Haut erzeugt. Hierdurch läßt sich, auch bei Positionsänderungen der Elektrode, stets ein guter Kontakt zur Haut erreichen. Da die Elektrode als Suchelettrode oder zur

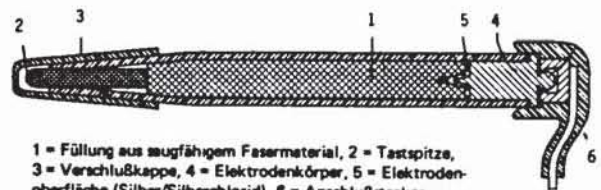


Abb. 1: Aufbau der Elektrolytelektrode.

kurzzeitigen Signalerfassung vorgesehen ist, wird sie nicht fixiert, sondern ist vielmehr als Handelektrode ausgebildet, d.h. während der Signalableitung wird die Elektrode manuell an der gewünschten Position auf die Hautoberfläche gedrückt.

Der Aufbau der Elektrode (Abb. 1) entspricht im wesentlichen dem eines normalen, handelsüblichen Faserschreibers. Die mit einem saugfähigen Material gefüllte Hülse wird mit einem Elektrolyten (NaCl-Lösung) getränkt. Zur Markierung spezieller Ableitpositionen kann dem Elektrolyten wasserlösliche Farbe beigemischt werden. Durch die Kapillarwirkung der Faserspitze im Zusammenwirken mit dem saugfähigen Material des Reservoirs ist ein gleichmäßiger Fluß des Elektrolyten zur Kontaktierung der Haut gewährleistet. Durch die Benetzung der Haut wird der Übergangswiderstand zur Elektrode reduziert und die Phasengrenze stabilisiert. Die Kontaktierung des Meßverstärkers an die Elektrode erfolgt durch die in das Reservoir eingebrachte Metallelektrode (Ag/AgCl), die ihrerseits gleichzeitig das Gegenstück für den Anschlußclip einer Elektrodenzuleitung bildet. Zur Verringerung der Einstreuung von Störsignalen kann in die nichtleitende Kunststoffwandung zusätzlich eine Abschirmung eingebracht werden.

Bei der Applikation wird die Elektrode entweder zur

kurzzeitigen Registrierung oder zur ortsabhängigen Signalerfassung auf der Haut entlang geführt. Neben der einfachen Handhabung bietet die Elektrode den zusätzlichen Vorteil, eine gegenüber Saug- und Klebe-

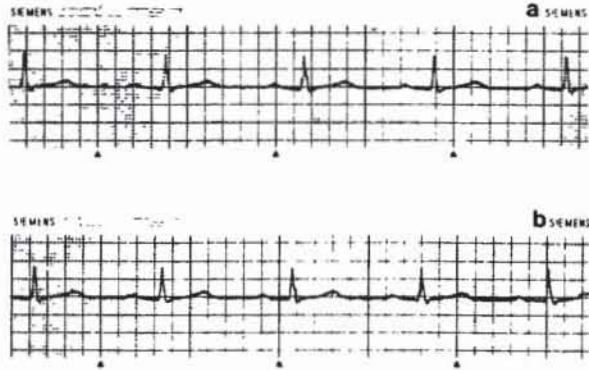


Abb. 2: EKG-Aufzeichnung mit Ag/AgCl-Klebelektrode (a) und der beschriebenen Elektrolytelektrode (b).

elektroden kleinere Kontaktfläche aufzuweisen, die zur Messung einiger bioelektrischer Potentiale gefordert wird. Die Qualitäten der Signalübertragung (Abb. 2) üblicher Ag/AgCl-Klebelektroden, sowie Ag-Saugelektroden und die der Elektrolytelektrode entsprechen sich.

#### Literatur:

R.S.C. Cobbold,  
Transducers for Biomedical Measurements,  
John Wiley & Sons, New York, 1974

M.G. Pepper et al.,  
Manual ecg electrode,  
Med. & Biol. Engin. & Comp., vol.17, No 1, 1979

K. Meyer-Waarden,  
Einführung in die biologische und medizinische  
Meßtechnik,  
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York,  
1975