

Vergleich elektrophysiologischer und psychoakustischer Kenndaten der Elektroden-Typen CI 532 und CI 512

P. Munder 1, B. Böhnke 1, A. Mewes 1, G. Brademann 1, M. Hey 1

¹ Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (Dir.: Prof. P. Ambrosch)

Schlüsselwörter: **ECAP, CI532, CI512, Cochlear**

Einleitung

Der erfolgreiche Einsatz eines CI-Systems ist u.a. von Länge (Insertionstiefe) und Lage (Abstand zum Modiolus) des Elektrodenträgers des Implantates abhängig. Die empfundene Lautstärke setzt sich bei der elektrischen Stimulation im Wesentlichen aus Stromstärke und Pulsbreite zusammen. Erhöhte Impedanzen können dazu führen, daß die benötigte Strommenge nicht mehr ausreichend ist (Compliance-Grenze). Um die benötigte Lautstärke zu erzielen ist die Erhöhung der Pulsweite nötig. Es soll ein Vergleich der Elektroden-Impedanzen, ECAPs (electrically evoked compound action potential) und des C-Profiles der Implantat-Typen CI 532 & CI 512 durchgeführt werden. Dies kann die Basis für weiterführende Erkenntnisse bei der Anpassung von Erwachsenen und insbesondere Kindern sein.

Methode

Es wurden retrospektiv die Daten der Elektroden-Impedanzen zu den Zeitpunkten intra-operativ, Tag der Erstaktivierung nach OP (Beginn der Erstanpassung), 1 Monat nach Erstanpassung (EA) und 3 Monate nach EA mit den Implantattypen CI 532 $N_{max} = 121$ & CI 512 $N_{max} = 255$ verglichen. Bei den ECAP-Schwellen wurde ebenfalls die Veränderung über den zeitlichen Verlauf betrachtet zu den Zeitpunkten intra-operativ und den Zeiträumen 1-2 Monate, 2-5 Monate, 6-11 Monate und > 11 Monate. Hierbei entsprechen die Zeiträume den Anpassungsterminen 1. Monat, 3. Monat, 6. Monat und 12. Monat und größer. Zusätzlich zu der Veränderung der ECAP-Schwellen über die Zeit wurde die Nachweisrate der ECAPs zu den Zeitpunkten intra-operativ und 6 Monate nach Erstanpassung betrachtet.

Bei den Map basierten Parametern wurden die Pulsweite (PW) und das C-Profil analysiert. Da das C-Profil abhängig von der Pulsweite ist, wurden diese getrennt voneinander betrachtet und das C-Profil ausschließlich mit der von Software Custom Sound vorgegebenen Standard-Pulsweite von 25 μs zur Auswertung genutzt. Zudem werden nur die ECAPs mit der AUTO NRT Messungen der Pulsweite von 25 μs verwendet, die einen Vergleich zu den C-Profilen zulässt. Es wurde die Häufigkeit der Pulsweiten von 25 μs , 37 μs , und > 50 μs in den Maps zu dem Zeitpunkt 3 Monate nach Erstanpassung der Implantattypen CI 532 und CI 512 untersucht.

Bei der Untersuchung der C- und der ECAP Profile wurden nur die Fälle eingeschlossen, bei denen eine ECAP-Schwelle an allen 22 Elektroden nachgewiesen werden konnten. Im zeitlichen Verlauf der ECAPs zeigte sich, dass diese ab dem Zeitraum 6-11 Monate keine signifikanten Veränderungen mehr aufwiesen. Für den Vergleich der C- und ECAP-Profile der Implantat Typen CI 532 & CI 512 wurde der Zeitpunkt > 11 Monate verwendet.

Ergebnisse

Die Elektroden-Impedanzen zeigten im Vergleich der beiden Implantat-Typen keinen signifikanten Unterschied (Abb. 1). Eine Ausnahme bildete der Zeitpunkt der Erstaktivierung, bei der die Impedanzen des CI 532 im Mittel um ca. 2 kOhm hoch signifikant ($p \leq 0,001$) höher sind als beim CI 512.

Die ECAP-Schwellen der Implantattypen CI 532 & 512 zeigten über die Zeit ein ähnliches Verhalten in Bezug auf die sinkenden ECAP-Schwellenwerte. Diese sinken bei beiden Implantat-Typen bis zum Zeitraum 3-6 Monate ab und zeigen nach 6 Monaten ein relativ konstantes Verhalten (siehe Abbildung 2). Im basalen Bereich des Elektrodenarrays an den Elektroden 1 bis 6 ließen sich im Vergleich der Implantat-Typen signifikant höhere (im Mittel 15 CL) ECAP Schwellenwerte für das CI 532 Implantat nachweisen. Dieses gilt für die Zeitpunkte Intra-operativ sowie zum Zeitpunkt 6 Monat nach EA.

Die Nachweisrate der im Auto-NRT Modus durchgeführten ECAP-Schwellen-Messungen variieren elektrodenspezifisch. Bei den CI532 Implantaten zeigt sich eine größere Häufigkeit nicht nachweisbarer ECAPs im basalen Bereich des Elektrodenträges die Elektroden 1-3. Bei der Elektrode (EL) 1 des Implantat-Typs 532 ließ sich intra-operativ in 70 % der Fälle kein evoziertes Potential nachweisen. Im Vergleich

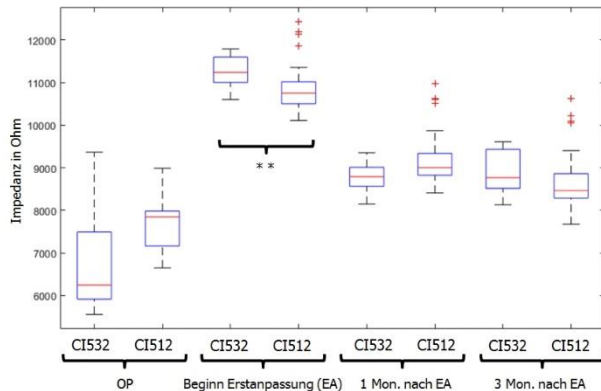


Abbildung 1 Impedanzen der Implantat-Typen CI532 & CI512 über die Zeit

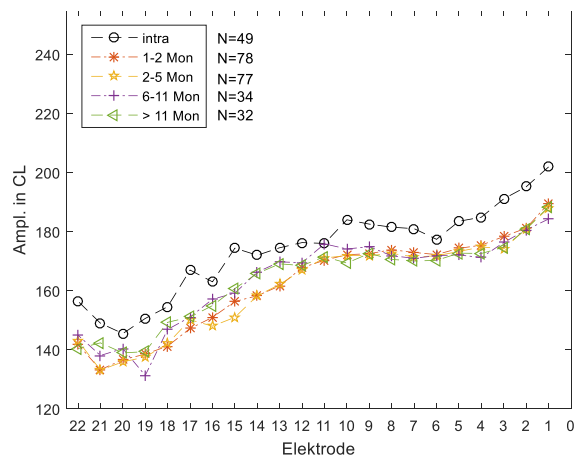


Abbildung 2 ECAP Schwellen des CI532 in zeitlichen Abschnitten zu den Zeitpunkten OP bis > 11 Monate.

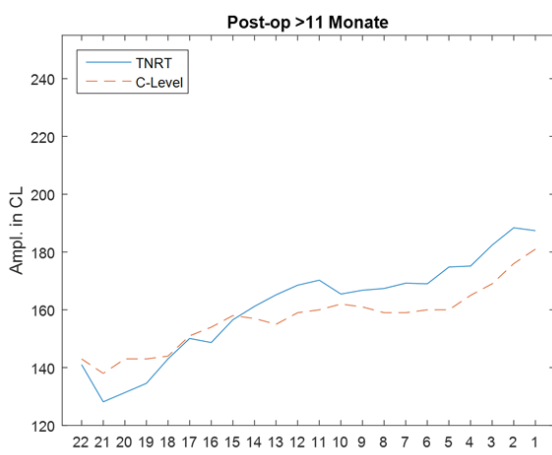


Abbildung 3 ECAP Schwellen zu C-Werte Vergleich beim Implantat-Typen CI532

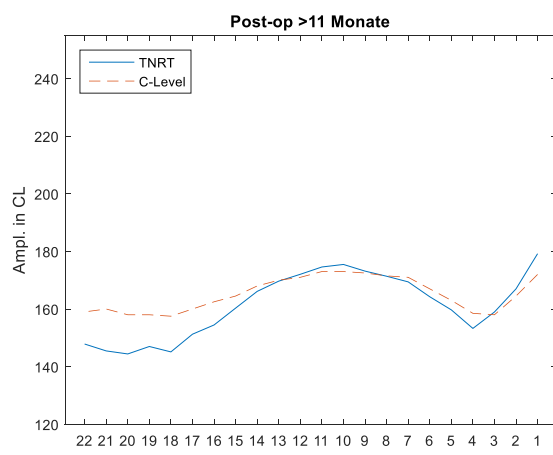


Abbildung 4 ECAP Schwellen zu C-Werte Vergleich beim Implantat-Typen CI512

hierzu konnte beim Implantat-Typ CI 512 in 20 % der Fälle kein evoziertes Potential nachgewiesen werden. Bei den EL 2 und 3 waren in 35 % und 30 % bei dem CI 532 und beim CI 512 an den EL 2 und 3 < 10 % kein evoziertes Potential nachweisbar. Postoperativ nach 6 Monaten verbesserte sich die Nachweisrate beim CI 532 der EL 1 von 70 % auf 40 % und EL 2 und 3 auf 30 % und 15%. Die Nachweisrate beim CI 512 ist intra- und Postoperativ nach 6 Monaten relativ konstant geblieben.

Der Map-basierte Parameter der Pulsweite ergibt zum Zeitpunkt 3 Monate nach Erstanpassung, dass in 70% der

Map-Einstellung beim CI 532 ein Pulsweite von 25 μ s verwendet wurde und > 90 % bei dem CI 512. In 30 % der Fälle wurde eine Pulsweite von 37 μ s für das CI 532 eingestellt und unter 5 % beim CI 512.

Der Vergleich der ECAP-Profil zu den medianen C-Profilen zeigen für die Elektroden-Typen CI 532 und CI 512 ein ähnliches Verhalten im apikalen Bereich. Die C-Werte liegen dort über den ECAP-Schwellen. Im medialen und basalen Bereich (EL 1-14) liegen bei dem CI 532 Implantat-Typ jedoch die C-Werte im Mittel ca. 10 CL unterhalb der ECAP-Schwelle. der Elektroden 15-22 kann in Abbildung 3 & 4 das gleiche Verhalten, dass die C-Werte über den ECAP-Schwellen liegen, festgestellt werden. Ein Unterschied ist zwischen den Implantat-Typen im medialen und basalen Bereich (Elektrode 1-14) zu erkennen. Während beim CI 512 die C-Profile und ECAP fast deckungsgleich liegen, ist bei dem CI 532 der C-Wert im Schnitt ca. 10 CL unter der ECAP-Schwelle.

Diskussion

Die hohen Impedanzen der CI 532 zur Zeit der Erstanpassung, könnten auf die kleinere Elektrodenfläche zurückzuführen sein. Es wird vermutet, dass bedingt durch die dünnere Elektrode der Abstand im basalen Bereich zum Modiolus größer ist. Nach Literatur gibt es jedoch keinen nachweisbaren Zusammenhang zwischen dem Modiolusabstand und Impedanz. Der Modiolusabstand hat jedoch einen Einfluss auf die ECAPs. Je grösser der Abstand zum Modiolus ist, desto höher ist der ECAP-Schwellenwert. In Summe führte dies zu den höheren ECAP-Schwellenwerten im basalen Bereich und der Compliance-Problematik [1], [2]. Dieser Umstand des Compliance-Limits ließe sich meist durch Umstellen auf eine höhere Pulsweite von 25 μ s auf 37 μ s kompensieren [3]. Dies erklärt die größere Fallzahl von 30 % bei dem CI 532 zu den < 5 % bei dem CI 512 Implantat-Typ mit der Map-Pulsweite 37 μ s.

Die ECAP-Schwellenwerte des CI 532 Implantat-Typs sind im Vergleich zur CI 512 im basalen Bereich (Elektrode 1-5) im Mittel um 17 CL höher. Dies gilt für den intraoperativen Zeitpunkt sowie 6 Monate nach Erstanpassung. Bei beiden Implantat-Typen sinken die ECAP-Schwellen vom intraoperativen Zeitpunkt bis 6 Monate nach Erstanpassung ab und sind dann weitestgehend stabil. Zu bedenken ist, daß die ECAP-Schwellenprofile aus dem Median der ermittelten ECAPs bzw. ECAP-Schwellen jeder Elektrode bestehen. Es werden somit nicht die Elektroden berücksichtigt bei denen kein ECAP nachgewiesen werden konnten. Bei Berücksichtigung würde der ECAP-Schwellenwert im basalen Bereich deutlich ansteigen insbesondere für das der CI 532 Implantate.

Davon ausgehend, dass die ECAP Profile nach 6 Monaten relativ konstant bleiben und die Anpassung des C-Profils nach ca. 12 Monaten keinen wesentlichen Veränderungen mehr unterliegt, wurde der Zeitpunkt > 11 Monate für den Vergleich der ECAP Profile zu den C-Werten genutzt.

Festgehalten werden kann, dass bei dem CI 532 öfter eine Umstellung von Pulsweite 25 μ s auf 37 μ s nötig war.

Zu berücksichtigen ist, dass sich das Verhältnis von ECAP Schwellen zu den C-Werten bei den Implantat-Typen CI 532 und CI 512 unterscheiden. Insbesondere im medialen und basalen Bereich weichen die C-Werte im Verhältnis zu den ECAP Schwellen um ca. 10 CL ab. Dies kann zu einer unausgewogenen bzw. unangenehmen Lautheitswahrnehmung bei hohen Tönen führen.

Literatur

- [1] SAUNDERS, ELAINE ; COHEN, LAWRENCE ; ASCHENDORFF, ANTJE ; SHAPIRO, WILLIAM ; KNIGHT, MICHELLE ; STECKER, MATHIAS ; RICHTER, BENHARD ; WALTZMAN, SUSAN ; TYKOCINSKI, MICHAEL ; U. A.: Threshold, comfortable level and impedance changes as a function of electrode-modiolar distance. In: Ear and hearing Bd. 23 (2002), Nr. 1 Suppl, S. 28S-40S
- [2] MEWES, ALEXANDER: Verhältnis von elektrophysiologischen Kenndaten zur räumlichen intracochleären Elektrodenposition von Cochlea-Implantaten, Technische Universität Kaiserslautern, 2018
- [3] BÖHNKE BRITTA, ALEXANDER MEWES, PATRICK MUNDER, MATTHIAS HEY: ECAP-Schwellenprofile bei CI 532 Implantaten. In: : 21. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie, 2018