

Diagramm zu den unterschiedlichen molekularen Signaturen von Neuronen im Nucleus trochlearis (nIV) und Nucleus abducens (nVI). Die relative Stärke der Immunfärbung ist durch Größe und Anzahl der jeweiligen Symbole wiedergegeben.

## Transmitter and ion channel profiles of neurons in the primate abducens and trochlear nuclei

Ümit Mayadali, Jerome Fleuriet, Michael Mustari, Hans Straka, Anja Horn



Brain Structure and Function

Juni 2021

Institut für Anatomie und Zellbiologie

Ludwig-Maximilians-Universität München

## Transmitter and ion channel profiles of neurons in the primate abducens and trochlear nuclei

von Ümit Mayadali, Hans Straka, Anja Horn

Die Aktivierung der äußeren Augenmuskeln durch Motoneurone führt zu Augenbewegungen mit unterschiedlichen dynamischen Profilen, z.B. bei Sakkaden oder Blickhaltung während der Fixierung von Objekten. Anhand der Innervierung unterscheidet man **SIF-Motoneurone**, die schnell-kontrahierende twitch-Muskelfasern über nur *eine* neuromuskuläre Endplatte aktivieren (singly-innervated fibers = SIF) und **MIF-Motoneurone**, die non-twitch-Fasern über *multiple* Nervenendigungen kontaktieren (multiply-innervated fibers = MIF). SIF-Motoneurone sind von perineuronalen Netzen umgeben, die MIF-Motoneuronen fehlen. Physiologische Versuche anderer Forscher zeigten überraschenderweise, dass sowohl MIF- als auch SIF-Motoneurone ein burst-tonisches Feuerverhalten aufweisen und bei allen Augenbewegungen aktiv sind. Im Rhesusaffen wurde deshalb hier zur weiteren Charakterisierung der Neurone im Ncl. abducens (horizontale Augenbewegungen) und Ncl. trochlearis (vertikale Augenbewegungen) das Transmitter- und Ionenkanal-Profil mit immunhistochemischen Methoden untersucht.

- MIF- und SIF-Motoneurone sind unterschiedlich mit spannungsgesteuerten Kalium- und Calcium-Kanälen ausgestattet (Abb. 1), welche vermutlich Unterschiede in Feuerraten und der Aktivierungsschwelle widerspiegeln. Neurone im Ncl. abducens und Ncl. trochlearis erhalten GABAerge und glutamaterge Eingänge, während glyzinerge Eingänge auf den Ncl. abducens beschränkt sind (Abb. 2).
- SIF-Motoneurone und internukleäre Neurone (INT) im Ncl. abducens zeigen eine ähnliche Ausstattung mit Kv1.1- und Kv3.1b-Kanälen (Abb. 1), was mit einer ähnlichen Feuerrate beider Neuronentypen einhergeht. Das vergleichsweise starke NMDAR1-Signal in den INTs weist auf eine erhöhte Erregbarkeit hin, wodurch die synchronisierte Aktivierung der kontralateralen M. rectus medialis-Motoneurone bei konjugierten Augenbewegungen gewährleistet sein könnte (Abb. 3).

Die Ergebnisse legen nahe, dass die morphologische Dualität von MIF- und SIF-Motoneuronen als Konzept für das dynamische Profil von Augenbewegungen wohl komplexer ist, und das Transmitterprofil und die Ionenkanal-Ausstattung eine weitere Feinjustierung liefern, womit das breite Spektrum der Motoneuronenaktivität bestimmt wird.

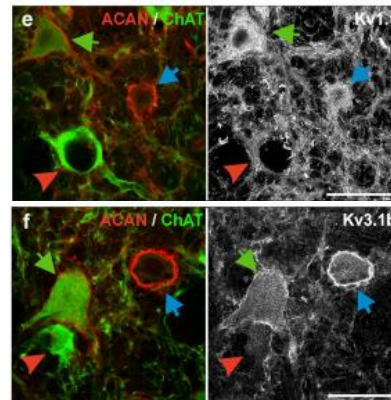


Abbildung 1: Immunfluoreszenz auf Cholinacetyltransferase, Aggrecan, Kv1.1, Kv3.1b im Ncl. abducens: Netze-tragende cholinerge SIF-Motoneurone (grüne Pfeile) und nicht-cholinerge internukleäre Neurone (blaue Pfeile) zeigen ein starkes Signal für Kv1.1 und Kv3.1b (rechte Seite). MIF-Motoneurone, die keine perineuronale Netze aufweisen (rote Pfeile), sind nur schwach Kv1.1-positiv (e) und enthalten keine Kv3.1b-Kanäle (f).

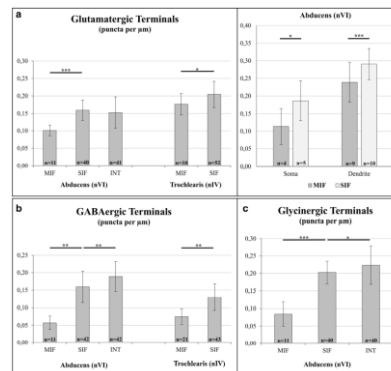


Abbildung 2: Quantifizierung der Transmittereingänge als puncta/µm: MIF-Motoneurone erhalten weniger dichte Transmittereingänge als SIF-Motoneurone und internukleäre Neurone (INT) (a-c). Der Ncl. abducens erhält starke GABAerge und glyzinerge Eingänge, der Ncl. trochlearis erhält nur GABAerge, aber keine glyzinerge Afferenzen (b,c).

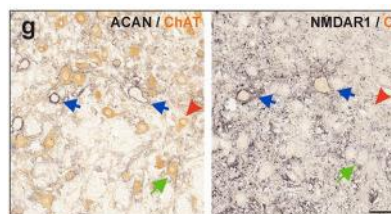


Abbildung 3: Immunhistochemie an Nachbarschnitten im Ncl. abducens: Im Unterschied zu cholinergen SIF-Motoneuronen (grüne Pfeile) zeigen internukleäre Neurone besonders stark ausgeprägte perineuronale Netze (blaue Pfeile) und ein intensives NMDAR1-Signal (rechts). MIF-Motoneurone zeigen kein NMDAR1-Signal (roter Pfeil).

### Weitere Informationen

Institut für Anatomie und Zellbiologie, Lehrstuhl I  
LMU München  
Ümit.Mayadali@med.uni-muenchen.de  
Anja.Bochtler@med.uni-muenchen.de