

Spines slow down dendritic chloride diffusion and affect short-term ionic plasticity of GABAergic inhibition.  
 Mohapatra N, Tønnesen J, Vlachos A, Kuner T, Deller T, Nägerl UV, Santamaria F, Jedlicka P

Scientific Reports



März 2016

Institut für klinische Neuroanatomie

Goethe-Universität Frankfurt

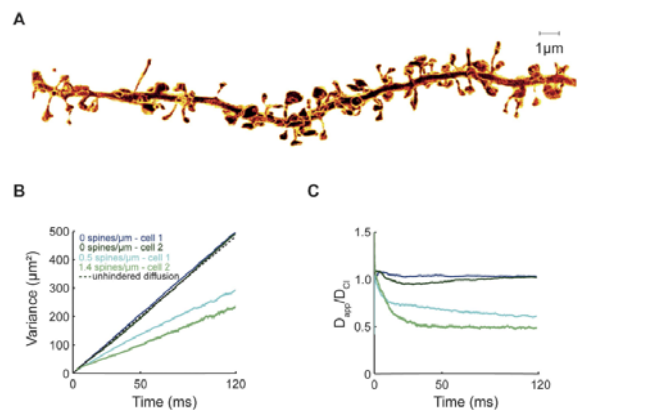
## Dendritische Dornen beeinflussen Chlorid-Diffusion und Plastizität hemmender Synapsen

von Peter Jedlicka  
 editiert von Markus Kipp (LMU München)

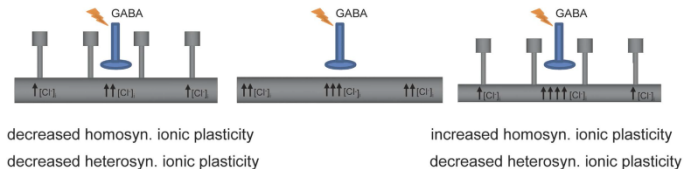
Nicht nur erregende sondern auch hemmende Synapsen weisen ein großes funktionelles Veränderungspotential (Plastizität) auf. Ihre Stärke hängt beispielsweise von kurz- und langfristigen Veränderungen in der intrazellulären Chlorid-Konzentration ab. Das Ziel dieser Studie war zu verstehen, wie die Morphologie der Nervenzellen die Funktion der dynamischen Chlorid-abhängigen Eigenschaften hemmender Synapsen beeinflusst.

Dendritische Dornen (Spines) sind kleine Fortsätze auf neuronalen Dendriten, die ihre Form ändern können und dadurch für die morphologische Plastizität von erregenden Synapsen von zentraler Bedeutung sind. Über Effekte von Spines auf Plastizität von hemmenden Synapsen ist wenig bekannt. Die Arbeitsgruppe um Herrn PD Dr. Peter Jedlicka (Institut für klinische Neuroanatomie, Goethe-Universität Frankfurt) hat erstmals den Einfluss der dendritischen Spines auf Chlorid-Diffusion und hemmende Synapsen untersucht. In Computer-Simulationen wurden räumliche und zeitliche Veränderungen in der Chlorid-Konzentration und deren Auswirkung auf die synaptische Hemmung berechnet. Die Grundlage für die Computer-Modelle waren anatomische Daten.

In allen untersuchten Morphologien, inklusive Dendriten und Spines, deren Parameter anhand von STED-Mikroskopie gemessen wurden, konnte gezeigt werden, dass in der Anwesenheit von Spines die Chlorid-Diffusion stark verlangsamt ist. Dieser Effekt ist spannend, weil die Verlangsamung der Chlorid-Diffusion zur Veränderung der aktivitätsabhängigen Verschiebung des Umkehrpotentials von hemmenden Synapsen führen kann und somit die sogenannte ionische Plastizität (ionic plasticity) hemmender Synapsen beeinflusst. Über diesen Effekt können Spines synaptische Hemmung und Erregbarkeit der Nervenzellen modulieren.



Detaillierte stochastische Computer-Simulationen zeigen, dass die Anwesenheit von Spines die Chlorid-Diffusion in dendritischen Segmenten von CA1-Pyramidenzellen verändert. A) STED-Mikroskopie: ein Dendritensegment mit mehreren Dornfortsätzen (Spines); B) Die Spines vermindern die räumliche Varianz dendritischer Chlorid-Diffusion; C) Berechnetes Verhältnis zwischen dem freien ( $D_f$ ) und beobachteten (effektiven) Diffusionskoeffizient ( $D_{app}$ ) für Chlorid. (modifiziert nach Mohapatra et al., 2016 Sci Rep 6:23196)



Zusammenfassung der Auswirkungen von Spines auf aktivitätsabhängige Veränderungen der Chlorid-Konzentration: Dendriten mit Spines (rechts) zeigen stärkere lokale (homosynaptische) Chlorid-Änderungen und ionische Plastizität als Dendriten ohne Spines mit gleichem Volumen aber größerem Durchmesser (Mitte). Dendriten mit Spines (links) zeigen überall eine schwächere ionische Plastizität als Dendriten ohne Spines mit gleichem Durchmesser (Mitte). (modifiziert nach Mohapatra et al., 2016 Sci Rep 6:23196)

**Titelabbildung:** Die Spines vermindern die räumliche Varianz dendritischer Chlorid-Diffusion (B) in 3 Gruppen von rekonstruierten Nervenzellen (A): Links: hippocampale Körnerzelle, Mitte: CA1-Pyramidenzelle, Rechts: Purkinje-Zelle des Kleinhirns.

### Weitere Informationen

Institut für klinische Neuroanatomie  
 Dr. Senckenbergische Anatomie  
 Goethe-Universität Frankfurt  
 60590 Frankfurt am Main  
 jedlicka@em.uni-frankfurt.de



Deutsch - US-amerikanische Kooperation in Computational Neuroscience (BMBF-NSF)