

## Funktionen des vegetativen Nervensystems: Biologie, Krankheit, Altern

**Wilfried Jänig**

Physiologisches Institut der Universität Kiel, Olshausenstraße 40, 24098 Kiel

1. Das periphere vegetative Nervensystem besteht aus dem parasympathischen (kranio-sakralen), sympathischen (thorakolumbalen) und enterischen (Darm-) Nervensystem. Über diese Systeme (und die neuroendokrinen Systeme) werden die verschiedenen Gewebe und Organsysteme des Körpers, von denen das innere Milieu abhängt, an das motorische Verhalten des Organismus angepasst. Diese Anpassung der Körpergewebe und ihre Koordination mit der Aktivität des somatomotorischen Systems werden vom Gehirn gesteuert.
2. Der Grundbaustein peripherer parasympathischer und sympathischer Systeme sind die vegetativen motorischen Endstrecken. Sie bestehen aus Populationen von präganglionären und postganglionären Neuronen, die in den vegetativen Ganglien miteinander verschaltet sind und nach den Effektorzellen funktionell definiert sind (z.B. als Muskelvasokonstriktor-, Hautvasokonstriktor-, Sekretomotor-, Kardiomotorneurone usw.). Die synaptische Übertragung von den postganglionären Axonen auf die Effektorzellen und von den präganglionären auf die postganglionären Neurone in den vegetativen Ganglien ist funktionsspezifisch.
3. Rückenmark, Hirnstamm und Hypothalamus enthalten neuronale Reflexkreise, deren synaptische Verschaltungen die vegetativen Regulationszentren bilden und die mit den präganglionären Neuronen spezifisch verschaltet sind. Der vegetative Grundreflex im Rückenmark und im Hirnstamm, der wahrscheinlich in alle vegetativen Regulationen eingebaut ist, besteht aus afferenten Neuronen mit dünnen myelinisierten (A $\delta$ ) und unmyelinisierten (C) Axonen von somatischen und viszeralen Geweben, autonomen Interneuronen und präganglionären Neuronen.
4. Der untere Hirnstamm (Pons und Medulla oblongata) enthält die neuronalen vegetativen Zentren für die homöostatische Regulationen (oder Komponenten dieser Regulationen) des Kreislaufes und seiner Integration mit der Atemregulation, der Beckenorgane, des Magendarmtraktes (einschließlich der Nahrungsaufnahme und des Metabolismus) und der Körpertemperatur.
5. Die im unteren Hirnstamm und Rückenmark repräsentierten vegetativen Regulationen sind integrale Komponenten komplexer homöostatischer Regulationen, die im Mittelhirn und im Hypothalamus repräsentiert sind. Diese komplexen Regulationen schließen die neuroendokrinen Systeme und somatomotorische Systeme ein und konstituieren mit diesen elementare Verhaltensweisen. Sie erstrecken sich auf die Regulation der

Körpertemperatur, der Reproduktion, des Salz-Wasser-Haushaltes, des Metabolismus und der Nahrungsaufnahme, der Körperprotektion gegen äußere und innere Bedrohung und der endogenen und zirkadianen Rhythmik aller Körperfunktionen. Das Telenzephalon kann in diese Regulationen vielfältig eingreifen und passt sie an die äußeren Bedingungen des Organismus an.

6. Im Alter können alle vegetativen Regulationen schwächer werden. Fehlregulationen vegetativer Systeme und ihre Konsequenzen können nur verstanden werden auf der Grundlage der Biologie dieser Systeme. Die Ursachen dieser Fehlregulationen können peripher (z.B. bei diabetischen und anderen Neuropathien) oder zentral sein (z.B. nach spinalen oder supraspinalen Läsionen, Multipler Systematrophie, Parkinsonscher Erkrankung, Multipler Sklerose, Essentieller Hypertonie, Orthostatischer Intoleranz, zentraler neuronaler Synkope, pathologischen Stress-Syndromen).
7. oder versagen. Die Ursachen hierfür können zentral oder peripher sein und werden wenig verstanden.
8. Besondere Fehlregulationen des sympathischen Nervensystems können nach peripheren Traumen mit oder ohne offensichtliche Nervenläsionen auftreten. Das periphere sympathische Nervensystem kann Rückkopplungen zu somatischen afferenten Neuronen ausbilden und auf diese Weise Ursache sein für den sympathisch unterhaltenen Schmerz (z.B. beim Komplexen Regionalen Schmerzsyndrom und bei anderen [meist neuropathischen] Schmerzsyndromen). Es kann weiterhin für die Fehlregulationen vegetativer Funktionen der Haut und tiefer somatische Gewebe (z.B. Durchblutung, Schwitzen, Trophik) und viszeraler Organe verantwortlich sein.
9. Es ist möglich und wahrscheinlich, dass das sympathische Nervensystem bei Chronischen Funktionellen Schmerzsyndromen, die in der Psychosomatik unter Funktionellen Somatischen Syndromen rangieren (wie Fibromyalgie, irritables Kolon, chronisches Übermüdungssyndrom, nicht-ulzeröse Dyspepsie, nicht-kardialer Brustschmerz, chronischer Rückenschmerz?, andere), ursächlich in der Erzeugung von Schmerzen, anderer zentraler Veränderungen und der korrelierten vegetativen Fehlregulationen und Gewebeveränderungen eine besondere Rolle spielt.

- Jänig, W., Baron, R. Complex regional pain syndrome: mystery explained?  
Lancet Neurology 2, 687-697 (2003)
- Jänig, W. Neurobiologische Grundlagen von Reflextherapien in der Naturheilkunde. In Bühring, M, Kremer, F.H. (Herausgeb.) Naturheilverfahren und Unkonventionelle Medizinische Richtungen, 2. Aufl., Sektion 1.06, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 1-104 (2005)
- Jänig, W. The Integrative Action of the Autonomic Nervous System: Neurobiology of Homeostasis. Cambridge University Press, Cambridge, New York (2006)
- Jänig, W. Vegetatives Nervensystem. In Schmidt, R.F., Lang, F. (Herausgeb.)

- Physiologie des Menschen. 30. Aufl., Springer-Verlag, Heidelberg Berlin, pp. 439-471 (2007)
- Jänig, W. Autonomic nervous system and pain. In: Basbaum, A.I., Kaneko, A., Shepherd, G.M., Westheimer, G. (Herausgeb.) The Senses: a Comprehensive Reference. Vol 5 Pain (Herausgeb. Bushnell, M.C., Basbaum, A.I.). Academic Press, San Diego. pp. 193-225 (2008)
- Jänig, W., Birbaumer, N. Motivation und Emotion. In Schmidt, R.F., Lang, F. (Herausgeb.) Physiologie des Menschen. 30. Aufl., Springer-Verlag, Heidelberg Berlin, pp. 239-258 (2007)
- Mathias MC, Bannister R (Herausgeb.). Autonomic Failure. 2. Aufl. Oxford University Press, Oxford New York (2002)
- Robertson, D. (Herausgeb.). Primer on the Autonomic Nervous System. Elsevier, Amsterdam (2004)