

# Hals-Nasen-Ohren-Klinik – Kopf- und Halschirurgie

## Lehrstuhl für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde

### Adresse

Waldstraße 1  
91054 Erlangen  
Tel.: +49 9131 8533156  
Fax: +49 9131 8533833  
www.hno-klinik.uk-erlangen.de

### Direktor

Prof. Dr. med. Dr. h.c. Heinrich Iro

### Ansprechpartner

Prof. Dr. med. Christoph Alexiou  
Tel.: +49 9131 8533142  
Fax: +49 9131 8534808  
christoph.alexiou@uk-erlangen.de

### Forschungsschwerpunkte

- Ultraschall, Endoskopie und Speicheldrüsen
- Phoniatrie und Pädaudiologie
- experimentelle Onkologie und Nanomedizin (SEON)
- Sprachverstehen mit Hörgerät und mit Cochlea-Implantat-Systemen
- Allergologie/klinische Immunologie und Rhinologie
- experimentelle HNO-Heilkunde
- Schlaflabor/Somnologie

### Struktur der Klinik

Professuren: 5  
Beschäftigte: 342  
• Ärzte: 41  
• Wissenschaftler: 35  
(davon drittmittelfinanziert: 20)  
• Promovierende: 57

### Klinische Versorgungsschwerpunkte

- minimal-invasive Speicheldrüsenchirurgie
- Tumorchirurgie
- Cochlea-Implantat-Versorgung
- konservative und operative Verfahren zur Stimmverbesserung
- kindliche und frühkindliche Hörstörungen
- Nasen-/Nasennebenhöhlenchirurgie
- Diagnostik und Behandlung der Rhonchopathie

### Forschung

Die Hals-Nasen-Ohren (HNO) Klinik gehört zu den größten Kliniken in Deutschland und verfügt über ein umfangreiches Forschungsrepertoire. Im klinischen Bereich stellen der Ultraschall, die Diagnostik/Behandlung von Speicheldrüsenenerkrankungen, Tumor- und Stimmerkrankungen, Gleichgewichts- und Hörstörungen, die Somnologie und Allergologie Schwerpunkte

dar. Diese spiegeln sich im Grundlagenforschungsbereich wider. Ein weiterer, stark interdisziplinär ausgerichteter Schwerpunkt ist die Nanomedizin, die sowohl in der Klinik translationale Projekte als auch umfangreiche Grundlagenarbeiten durchführt.

### Ultraschall, Endoskopie und Speicheldrüsen

In den modernen Ultraschallsystemen und Endoskopieeinheiten bleiben Studien zur sonographischen Bildgebung bei Kopf-Hals-Malignomen und bei Speicheldrüsentumoren ein Eckstein der wissenschaftlichen Arbeiten. Die Rolle der Sonographie für die Diagnose der Sialolithiasis wurde systematisch anhand eines großen Patientenkollektivs untersucht. Unsere Ergebnisse zeigen eine Treffsicherheit von ca. 95% für die Diagnose der Sialolithiasis. Die drüsenerhaltende Chirurgie bei gutartigen Speicheldrüsenenerkrankungen ist einer unsere Schwerpunkte. Die Hauptthemen sind derzeit die Langzeit-Ergebnisse nach limitierter, extrakapsulärer Resektion insbesondere von Zystadenolymphomen und pleomorphen Adenomen der Glandula Parotis. Minimalinvasive Eingriffe der Kopfspeicheldrüsen und deren ableitenden Gänge sind nicht nur Anwendungen in der täglichen Praxis, sondern wurden systematisch wissenschaftlich aufgearbeitet und bewertet.

Kombinierte endoskopische und offene chirurgische Verfahren bieten eine neue Möglichkeit der Therapie von obstruktiven, aber auch von weiteren Speicheldrüsenenerkrankungen. Die 2015 eingeführte Anwendung der pneumatischen intrakorporalen Lithotripsie wurde in unserer Klinik erweitert, insbesondere im Rahmen der multimodalen Behandlung der schwierigen Fällen von Sialolithiasis, die bis vor kurzem eine Resektion der betroffenen Speicheldrüse in Vollnarkose erforderlich gemacht hätten.

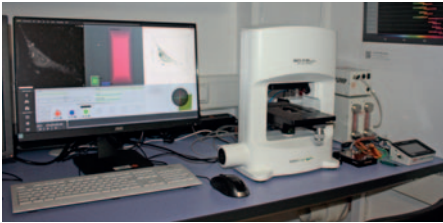
### Phoniatrie und Pädaudiologie

In der klinischen Forschung entwickeln wir neue Methoden, die die objektive Stimmdiagnostik erlauben. Herauszuheben ist hierbei die quantitative Analyse von endoskopischen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen der Stimmbandbewegung. Die Grundlagenforschung konzentriert sich auf grundlegende physikalische Interaktionen während der Stimmgebung. Mittels numerischer (Feder-Masse und auch Finite-Volumen Modelle) und experimenteller (synthetische Silikonstimmlippen und ex-vivo Kadaver Tierkehlköpfe) Verfahren untersuchen wir den Zusammenhang zwischen anregender Luftströmung, Stimmlippenbewegung und resultierender Akustik für physiologische und pathologische

Vorgänge im Kehlkopf. Seit 2016 beschäftigen wir uns mit der molekularbiologischen Analyse von Stimmlippenewebe. Dies alles soll zu einer verbesserten Diagnose und Therapie der Patienten führen.

### Experimentelle Onkologie und Nanomedizin (SEON)

PI: Prof. Dr. C. Alexiou  
Superparamagnetische Eisenoxidnanopartikel bieten zahlreiche verschiedene Anwendungsmöglichkeiten in der Medizin. Sie können beispielsweise als Wirkstofftransporter Therapeutika magnetgesteuert an ihren jeweiligen Wirkungsort lenken, als Kontrastmittel in der Kernspintomographie oder für die Regenerative Medizin (Magnetisches Tissue Engineering, MTE) eingesetzt werden. SEON arbeitet in diversen interdisziplinären Projekten daran, die Translation von Eisenoxid-Nanopartikeln in die klinische Anwendung voranzubringen. Ein wichtiger Punkt für die Translation der Nanopartikel ist die Überführung der Synthese aus dem Labormaßstab in die Produktion nach GMP-Richtlinien. Dieses Bestreben wurde in Kooperation mit der Apotheke des UK Erlangen im Rahmen des europäischen FP7-EU-Projekts „NanoAthero“, welches im Juli 2018 erfolgreich beendet wurde, initiiert. Durch Förderungen der Manfred-Roth Stiftung wird das translatorische Bestreben über das Jahr 2018 hinaus fortgesetzt. Um die magnetischen Nanopartikel schließlich therapiebegleitend für die Tumordiagnostik einsetzen zu können, wird, unterstützt durch die DFG, auch die Anwendung im Bildgebungsverfahren (Magnetic Particle Imaging) untersucht. Hinsichtlich der Entwicklung von endothelialisierten Gewebegerüsten für die Herz- und Gefäßchirurgie werden wir seit 2018 vom BMBF unterstützt, um komplexe Strukturen mit kleinem Durchmesser mit Hilfe von magnetischem Aussäen von Zellen zu etablieren und anzuwenden. Im Bereich der Geweberekonstruktion werden Stimmlippen-Transplantate mithilfe von MTE entwickelt, welche im Rahmen eines EKFS Projektes gefördert werden. Damit die Wechselwirkungen magnetischer Partikel mit biologischen Matrices besser verstanden werden können, ist SEON seit mehreren Jahren am DFG Schwerpunktprogramm SPP 1681 beteiligt. Weiterhin ist SEON bei der Emerging Fields Initiative (EFI) der FAU an zwei interdisziplinären Projekten beteiligt. Diese Projekte beinhalten thematisch die Etablierung von magnetischem T-Zell Targeting und die Kommunikation mittels magnetischer Nanopartikel. Letzteres Projekt ist im November 2018 durch das BMBF-geförderte Projekt MaMoKo erweitert worden.



*Nanolive 3D Cell Explorer – Ein nicht-invasives und markierungsfreies holotomographisches Mikroskop für Live Cell Imaging, basierend auf dem spezifischen Brechungsindex (RI) von Zellen und Zellkomponenten*

### **Sprachverstehen mit Hörgerät und mit Cochlea-Implantat-Systemen**

Das Cochlea-Implantat (CI) ist eine Innenohrprothese, die hochgradig schwerhörigen und gehörlosen Menschen ein Sprachverstehen ermöglicht. Aufgrund der Verbesserungen der Operationswege und der CI-Technik hat sich der Aufwand und die Belastung für die Patienten in den vergangenen Jahren deutlich verringert. Als Folge wurden die audiologischen Indikationskriterien zunehmend erweitert. So kommen heute auch zunehmend mehr Patienten mit noch Restgehör und mit einseitiger Taubheit für eine CI-Versorgung infrage, wenn mit CI absehbar ein besseres Sprachverstehen erreicht wird. In diesen Fällen ist eine möglichst präzise Vorhersage für das postoperative Ergebnis besonders wichtig. Gegenstand des Projektes ist die Entwicklung von Kriterien für die Vorhersage einer erfolgreichen CI-Versorgung. Auf der Basis von klinischen Daten und von speziellen Hörprüfungen wurden Modelle entwickelt, die das Hören und Sprachverstehen mit CI-System, ausgehend vom Sprachverstehen mit Hörgeräten, der Ätiologie und anamnestischer Daten, vorhersagen können.

### **Allergologie/klinische Immunologie und Rhinologie**

Endonasale, endoskopische Nasennebenhöhlenchirurgie und nachfolgende orale adaptive Desaktivierung mit Acetylsalicylsäure bilden ein mögliches Behandlungsverfahren für nicht-steroidale Entzündungshemmer (NSAID)-intolerante Patienten. Nun soll ein Behandlungsschema zur intravenösen adaptiven Desaktivierung mit Acetylsalicylsäure erarbeitet und durchgeführt werden. Die gesammelten Daten werden mit den Ergebnissen der oralen adaptiven Desaktivierung verglichen, um die Effektivität der Therapie zu bewerten.

### **Experimentelle HNO-Heilkunde**

In unserer Arbeitsgruppe beschäftigen wir uns unter anderem mit der Entstehung von Tinnitus.

Wir haben dazu ein neuartiges Modell entwickelt, das auf informationstheoretischen Überlegungen basiert und Tinnitus als ein Nebenprodukt eines Mechanismus versteht, welcher Hörschwellen zu verbessern vermag. Daten aus einem Kollektiv von knapp 40.000 Patienten mit und ohne Tinnitus sowie tierexperimentelle Untersuchungen stützen dieses Modell. In beiden Fällen untersuchen wir mit einer neuartigen, von uns entwickelten statistischen Methode raumzeitliche Muster kortikaler Aktivität und können so tinnituspezifische Aktivität im Gehirn beschreiben. Es gelang uns auch, mittels dieser Methode humane Schlafstadien aus EEG-Daten zu klassifizieren und somit neue Erkenntnisse für die Schlafmedizin zu gewinnen. Des Weiteren entwickeln wir neue Methoden zur Bestimmung sensorischer Schwellen bei Mensch und Tier, so dass nun z. B. Hörschwellen aus akustisch evozierten Hirnstammableitungen automatisiert und damit vollständig objektiv bestimmt werden können. Für all diese und weitere Fragestellungen entwickeln wir überdies künstliche neuronale Netzwerke und Anwendungen für Künstliche Intelligenz.

### **Schlaflabor/Somnologie**

Die schlafmedizinische Abteilung bietet ein umfangreiches Spektrum der aktuellen Diagnostik und Therapie sämtlicher Schlafstörungen nach ICSD-3 mit dem Schwerpunkt "schlafbezogene Atmungsstörungen". Neben der Untersuchung der pathophysiologischen Rolle des endonasalen Mikrobioms sowie sogenannter Muzin-assoziiierter Peptide im Rahmen der obstruktiven Schlafapnoe (OSA) liegen die weiteren Forschungsschwerpunkte vor allem auf dem Gebiet der Optimierung der schlafmedizinischen Diagnostik sowie der Individualisierung therapeutischer Konzepte bei OSA. Im Vordergrund steht hier die Validierung eines serologischen Biomarkers im Rahmen der Screening-Diagnostik. Untersucht wird hier sowohl der Einsatz als Screening-Instrument im Rahmen der Primärdiagnostik als auch zur individuelle kardiovaskulären Risiko-Stratifizierung sowie zur Therapieverlaufs- und -erfolgskontrolle. Ein weiterer Fokus liegt auf der Validierung eines kompakten Screening-Fragebogens (Erlanger Questionnaire) zur Detektion nächtlicher Atmungsstörungen in unterschiedlichen Patientenkollektiven.

### **Lehre**

Die HNO-Klinik beteiligt sich mit Pflicht- und Wahlfächern an der curricularen Lehre der Medizin und Zahnmedizin. Besonders hervor-

zuheben ist die interdisziplinäre Lehre im Rahmen der Querschnittsfächer Medizintechnik, Nanotechnologie, Toxikologie und Integrated Live Sciences.

Es werden Bachelor- und Masterarbeiten sowie medizinische, ingenieurtechnische und naturwissenschaftliche Promotionen betreut.

### **Ausgewählte Publikationen**

Janikowska A, Matuszak J, Lye S, Schreiber E, Unterweger H, Zaloga J, Groll J, Alexiou C, Cicha I. A novel human artery model to assess the magnetic accumulation of SPIONs under flow conditions. *Sci Rep*, 2017, 7: 42314-42331

Gollnast D, Tziridis K, Krauss P, Schilling A, Hoppe U, Schulze H. Analysis of audiometric differences of patients with and without tinnitus in a large clinical database. *Front. Neurol*, 2017, Feb 9;8:31

Unterweger H, Dézsi L, Matuszak J, Janko C, Poettler M, Jordan J, Bäuerle T, Szebeni J, Fey T, Boccaccini AR, Alexiou C, Cicha I. Dextran-coated superparamagnetic iron oxide nanoparticles for magnetic resonance imaging: Evaluation of size-dependent imaging properties, storage stability and safety. *Int J Nanomed*, 2018, 13: 1899-1915

Döllinger M, Kniesburges S, Berry DA, Birk V, Wendler O, Dürr S, Alexiou C, Schützenberger A. Investigation of phonatory characteristics using ex-vivo rabbit larynges. *J Acoust Soc Am*, 2018, 144: 142-52

Mantsopoulos K, Koch M, Goncalves M, Iro H. Investigation of the surgical strategies for unilateral multifocal cystadenolymphomas of the parotid gland. *Oral Oncology*, 2018, Jul;82:176-180

Krauss P, Schilling A, Bauer J, Tziridis K, Metzner C, Schulze H, Traxdorf M. Analysis of Multichannel EEG Patterns During Human Sleep: A Novel Approach. *Front Hum Neurosci*, 2018, 12:121

### **Internationale Zusammenarbeit**

Prof. Dr. E. Tombacz, University of Szeged, Faculty of Science and Informatics, Szeged: Ungarn

Prof. Dr. H. Mangge, Medizinische Universität Graz, Graz: Österreich

M. Kunduk, PhD, Louisiana State University, Baton Rouge: USA

L.P. Fulcher, PhD, Bowling Green State University, Bowling Green: USA

Prof. Dr. P. van Dijk/D. Persic, PhD, University Medical Center Groningen, Department of Otorhinolaryngology, Groningen: Niederlande

# Department of Otorhinolaryngology – Head and Neck Surgery

## Chair of Otorhinolaryngology

### Address

Waldstraße 1  
91054 Erlangen  
Phone: +49 9131 8533156  
Fax: +49 9131 8533833  
www.hno-klinik.uk-erlangen.de

### Director

Prof. Dr. med. Dr. h.c. Heinrich Iro

### Contact

Prof. Dr. med. Christoph Alexiou  
Phone: +49 9131 8533142  
Fax: +49 9131 8534808  
christoph.alexiou@uk-erlangen.de

### Research focus

- Ultrasound, endoscopy, and salivary glands
- Division of Phoniatics and Pediatric Audiology
- Experimental Oncology/nanomedicine (SEON)
- Speech perception with hearing aids and Cochlear implants
- Allergology/clinical immunology and rhinology
- Experimental otology
- Laboratory for sleep disorders/somnology

### Structure of the Department

Professorships: 5

Personnel: 342

- Doctors (of Medicine): 41
- Scientists: 35 (thereof funded externally: 20)
- Graduate students: 57

### Clinical focus areas

- Minimal invasive surgery of salivary glands
- Lancer surgery
- Cochlear implant surgery
- Nose/paranasal surgery
- Clinical and surgical treatment of voice disorders
- Pediatric hearing disorders
- Diagnosis and treatment of sleep disorders

### Research

The Department of Otorhinolaryngology – Head and Neck Surgery is one of the largest hospitals in Germany and has a comprehensive research repertoire. In the clinical area, the focus is on ultrasound, the diagnosis/treatment of salivary gland diseases, tumor and voice disorders, vestibular and hearing impairments as well as somnology and allergology. These foci are reflected in the basic research area. Nanomedicine, which carries out translational projects as well as extensive basic research, is another highly interdisciplinary focus.

### Ultrasound, endoscopy, and salivary glands

In modern ultrasound systems and endoscopy units, studies on sonographic imaging of head and neck malignancies and salivary gland tumors remain a cornerstone of scientific work. The role of ultrasonography for the diagnosis of sialolithiasis was systematically examined using a large group of patients. Our results show an accuracy of approximately 95% for the diagnosis of sialolithiasis. Gland-conserving surgery for benign salivary gland diseases is one of our priorities. The main topics are currently the long-term results after limited, extracapsular resection especially of cystadenolymphomas and pleomorphic adenomas of the glandula parotis. Minimally invasive interventions of the salivary glands and their excretory ducts are not only applications in daily practice, but have been systematically reviewed and evaluated scientifically. Combined endoscopic and open surgical procedures provide a new way of treating obstructive salivary gland disorders. The application of Pneumatic Intracorporeal Lithotripsy, introduced in 2015, has been expanded in our Department, particularly in the context of the multimodal treatment of the difficult cases of sialolithiasis, which until recently required resection of the affected salivary gland under general anesthesia.

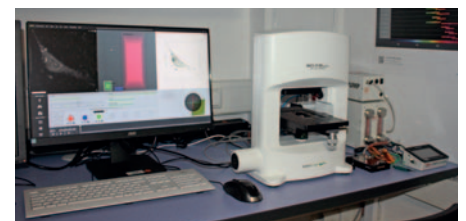
### Division of Phoniatics and Pediatric Audiology

Our clinical research focuses on the development of new methods allowing for quantitative voice diagnostics. The major part is the objective analysis of endoscopic high speed recordings during voice production. Within our basic research we concentrate on physical interactions during voice production. We develop and analyze numerical models (lumped-mass models, finite-volume-models) and experimental models (synthetic silicon vocal folds and ex-vivo animal cadaver larynx models). We expect to gain more insight into the interaction between airflow, vocal fold dynamics and resulting acoustics for physiologic and pathologic voice production. Since 2016, we have been analyzing the vocal fold tissue from the molecular-biological point of view. All these topics have the goal to enhance diagnostics and the treatment of our patients.

### Experimental Oncology/nanomedicine (SEON)

PI: Prof. Dr. C. Alexiou  
Superparamagnetic iron oxide nanoparticles offer several possibilities for the application in medicine. For instance, they can serve as drug carrier vehicles delivering therapeutics to the

desired area guided by a magnetic field. Furthermore, they can be used as contrast agents in MRI or magnetize cells for Magnetic Tissue Engineering (MTE). The Section for Experimental Oncology and Nanomedicine (SEON) works in several interdisciplinary projects to promote the translation of iron oxide nanoparticles from bench to bedside. One important part in this regard is the transfer of the synthesis process from the laboratory towards the production according to GMP guidelines. This aim thrived due to our cooperation with the pharmacy of the UK Erlangen within the European FP7 Project "Nanoathero", which was successfully finished in July 2018. Because of further funding from the Manfred-Roth foundation, we are able to continue our translational efforts beyond the year 2018. To finally apply magnetic nanoparticles for imaging and diagnosis of tumors, their suitability is also evaluated using Magnetic Particle Imaging (supported by the DFG). With regard to the development of endothelialized tissue scaffolds for cardiovascular applications, we have been supported by the BMBF since 2018 to establish and apply complex, small-diameter structures using magnetic cell seeding. Concerning tissue reconstruction we aim to develop a vocal fold implant by means of MTE (supported by the EKFS Foundation). To understand the interplay of magnetic nanoparticles with biological matrices, SEON has been engaging for several years in the DFG Priority Program SPP 1681. Furthermore, SEON is involved in two interdisciplinary projects in the Emerging Fields Initiative (EFI) of the FAU. Thematically, these projects include the establishment of magnetic T cell targeting and Magnetic Nanoparticle Communication. The latter project was extended in November 2018 by the BMBF-funded project "MaMoKo".



*Nanolive 3D Cell Explorer – A non-invasive and label-free holotomographic live cell imaging microscope, based on the specific refractive index (RI) of cells and cell components*

### Speech perception with hearing aids and Cochlear implants

Cochlear Implants (CI) provide an efficient treatment for people with profound hearing loss and deafness. During the last decades cochlear implantation was improved and current implant systems allow for a reasonable speech percep-

tion in everyday life. Aim of the research project was to develop a model which allows a prognosis of CI performance. We developed a test battery of speech audiometric measurements in quiet and in noise in order to determine the amount of information that can be processed by the auditory system (information carrying capacity, ICC). Based on etiologic data, patient history, and audiometric findings, we developed a model for a prognosis of cochlear implant outcome.

### **Allergology/clinical immunology and rhinology**

Endonasal endoscopic sinus surgery and following oral desensitization with ASS come into question as a treatment for NSAID-intolerant patients. The aim of the study is to elaborate and perform a treatment scheme for a treatment with an intravenous desensitization with ASS. The collected data of the intravenous desensitization as an efficient therapy for patients with NSAID-intolerance is going to be evaluated and compared to oral desensitization with ASS.

### **Experimental otolaryngology**

In our group we investigate among others the development of tinnitus. We developed a new model based on information-theoretical approaches in which tinnitus is a by-product of a mechanism that is able to improve hearing thresholds. Data of a collective of roughly 40,000 patients with and without tinnitus and results from animal research support this model. In both cases we investigate space-time patterns of cortical activity with a new statistical method developed by us and are therefore able to describe tinnitus-specific activity in the brain. Additionally, we were able to categorize human sleep stages from EEG data with this method and generate new insight for the sleep medicine. Furthermore, we develop new methods for the determination of sensory thresholds in humans and animals with which it is now possible to determine thresholds, e.g. of auditory brainstem responses, in a completely automatic and objective manner. For all these and other questions we additionally develop artificial neuronal network models and applications for artificial intelligence.

### **Laboratory for sleep disorders/somnology**

The sleep medicine department offers a comprehensive spectrum of current diagnostics and therapy of all sleep disorders according to ICSD-3 with a focus on „sleep-related breathing disorders“. In addition to the investigation of the pathophysiological role of the endonasal micro-

biome and so-called mucin-associated peptides in the context of obstructive sleep apnea (OSA), other main research areas are the optimization of sleep diagnostics and the individualization of therapeutic concepts in OSA. The focus here is on the validation of a serological biomarker in the context of screening diagnostics. Both, the use as a screening tool in the context of primary diagnostics and for individual cardiovascular risk stratification as well as the monitoring of the course of therapy and the therapeutic success in OSA, are examined. Another focus lies on the validation of a compact screening questionnaire (Erlanger Questionnaire) for the detection of nocturnal respiratory disorders in different patient collectives.

### **Teaching**

The Department of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery is involved in the curricular teaching of Medicine and Dentistry with compulsory and elective subjects. Particularly the interdisciplinary teaching concerning medical technology, nanotechnology, toxicology and integrated life sciences has to be pronounced. Bachelor's and Master's theses as well as MD and PhD theses are supervised.

### **Selected publications**

Janikowska A, Matuszak J, Lyer S, Schreiber E, Unterweger H, Zaloga J, Groll J, Alexiou C, Cicha I. A novel human artery model to assess the magnetic accumulation of SPIONs under flow conditions. *Sci Rep*, 2017, 7: 42314-42331

Gollnast D, Tziridis K, Krauss P, Schilling A, Hoppe U, Schulze H. Analysis of audiometric differences of patients with and without tinnitus in a large clinical database. *Front Neurol*, 2017, Feb 9;8:31

Unterweger H, Dézsi L, Matuszak J, Janko C, Poettler M, Jordan J, Bäuerle T, Szebeni J, Fey T, Boccaccini AR, Alexiou C, Cicha I. Dextran-coated superparamagnetic iron oxide nanoparticles for magnetic resonance imaging: Evaluation of size-dependent imaging properties, storage stability and safety. *Int J Nanomed*, 2018, 13: 1899-1915

Döllinger M, Kniesburges S, Berry DA, Birk V, Wendler O, Dürr S, Alexiou C, Schützenberger A. Investigation of phonatory characteristics using ex-vivo rabbit larynges. *J Acoust Soc Am*, 2018, 144: 142-52

Mantsopoulos K, Koch M, Goncalves M, Iro H. Investigation of the surgical strategies for unilateral multifocal cystadenolymphomas of the parotid gland. *Oral Oncology*, 2018, Jul;82:176-180

Krauss P, Schilling A, Bauer J, Tziridis K, Metzner C, Schulze H, Traxdorf M. Analysis of Multichannel EEG Patterns During Human Sleep: A Novel Approach. *Front Hum Neurosci*, 2018, 12:121

### **International cooperations**

Prof. Dr. E. Tombacz, University of Szeged, Faculty of Science and Informatics, Szeged: Hungary

Prof. Dr. H. Mangge, Medizinische Universität Graz, Graz: Austria

M. Kunduk, PhD, Louisiana State University, Baton Rouge: USA

L.P. Fulcher, PhD, Bowling Green State University, Bowling Green: USA

Prof. Dr. P. van Dijk/D. Persic, PhD, University Medical Center Groningen, Department of Otorhinolaryngology, Groningen: The Netherlands