

Das Forschungsinstitut für Ophthalmologie in Sitten entwickelt neue Methoden zur Diagnostik der Augenkrankheiten

W.-R. Felgenhauer

Kaum sechsjährig zählt das Forschungsinstitut für Ophthalmologie in Sitten (FIO) zu den zahlreichen öffentlichen und privaten Instituten, die aus der Westschweiz eine Region an der Spitze der Forschung im medizinischen Apparatewesen machen. Die Forscher des FIO haben eine Hauptrolle in der Hervorhebung der engen Beziehungen, die zwischen der durch die optischen Signale und durch den Metabolismus erzeugten neuronalen Netzhautaktivität und dem in diesen Geweben stattfindenden Blutfluss bestehen, gespielt. Diese Grundlagenforschungen tragen neue diagnostische Techniken in sich, die es erlauben werden, gewisse Augenkrankheiten schneller und exakter aufzudecken.

Ein weiteres Zeichen der Ausstrahlung des Institutes stellt die Übergabe des Vogt-Preises, der höchsten Schweizer Auszeichnung auf dem Gebiet der Augenheilkunde, 1997, und die Verleihung des Titels des Dr. honoris causa der Universität Montreal 1999 an seinen Direktor, Herrn Professor Charles Riva, dar¹.

Die Untersuchung der Beziehung zwischen neuronaler Aktivität, Blutfluss und Metabolismus im Hirn steht seit einem Jahrzehnt in voller Entwicklung. Sie hat es erlaubt, erstaunliche, ins Detail gehende Bilder des Hirnes zu erhalten. Auf die Netzhaut und auf den Sehnerv angewandt bildet diese Untersu-

¹ Unter der Schirmherrschaft der Schweizerischen Ophthalmologischen Gesellschaft verleiht die Firma Merck Sharp & Dohme-Chibret AG jedes Jahr einen Preis zur Förderung und zur Unterstützung junger Forscher auf dem Gebiet der Ophthalmologie. Der Chibret-Preis 1998 wurde Herrn Dr. Gregor Schmid vom FIO überreicht für seine in Zusammenarbeit mit Forschern des «Scheie Eye Institute» der Universität von Pennsylvania in Philadelphia durchgeführte Arbeit über die Myopie.

Korrespondenz:
Dr. Willy-René Felgenhauer
Promenade-Noire 1
CH-2000 Neuchâtel

Das FIO in einigen Zahlen

Das Forschungsinstitut für Ophthalmologie wurde in Sitten im September 1994 eröffnet. Es beschäftigt heute 12 Personen, davon 3 Doktoren der Naturwissenschaft oder des medizinischen Apparatewesens, 4 diplomierte Ingenieure und 3 Ingenieurstudenten.

Das FIO ist eine Ideal-Stiftung. Seine Gründungsmitglieder sind:

- der Kanton Wallis,
- die Stadt Sitten,
- das Regionalhospital von Sitten-Hérens-Conthey,
- das Zentralinstitut der Walliser Spitäler,
- die Eidgenössische Technische Hochschule von Lausanne,
- die Schweizerische Ophthalmologische Gesellschaft,
- Professor Claude Gailloud und PD Dr. Aubin Balmer.

Die eigentlichen Forschungen werden im wesentlichen durch den Schweizerischen Nationalfonds für Wissenschaftliche Forschung, das vorrangige Programm Optik II der Eidgenossenschaft und die Stiftung EMDO finanziert. Doch das Institut könnte nicht funktionieren ohne die finanzielle Unterstützung des Kantons Wallis, der Stadt Sitten, der «Loterie Romande» und zahlreicher privater Spenden.

chung eine der Hauptrichtungen der Forschung am FIO. Die Hypothese, nach welcher der Blutfluss örtlich in Abhängigkeit von elektrischer Aktivität der Neurone schwankt, ist heute auf dem Gebiet der Netzhaut bewiesen. Dank der Technik der Laser-Doppler-Geschwindigkeits- und Blutflussmessung und ihrer Anwendung auf die Untersuchung des Blutkreislaufes im Augenhintergrund haben die Forscher des FIO und ihre Kollegen des «Scheie Eye Institute» in Philadelphia, in den Vereinigten Staaten Amerikas, als erste diese Hypothese zuerst beim Tier bewiesen. Untersuchungen bei der Katze haben gezeigt, dass Lichtschwankungen (Flickering oder Flash), die elektrische Aktivitätswechsel in der Netzhaut zur Folge haben, gewaltige Veränderungen des Blutflusses und des Metabolismus bewirken. Solche Antworten wurden dann beim Menschen dank neuer, von der Forschungsgruppe des FIO entwickelter Laser-Doppler-Flowmetry-Geräte aufgezeigt. Diese Beziehung bildet den Ausgangspunkt zu neuen Tests des Netzhautarbeitens und zur Entwicklung neuer diagnostischer Methoden. Man kann sich tatsächlich vorstellen, dass die Augenärzte in einigen Jahren über Geräte verfügen werden, die imstande sein werden, auf dem Umweg über Laser-Doppler-Messungen zweidimensionale Bilder der neuronalen Netzhautaktivität zu liefern. Diese Bilder werden es erlauben, schneller und exakter als heute gewisse Augenkrankheiten wie das Glaukom, die diabetische Retinopathie oder die Venenokklusionen festzustellen.

Die laufenden Forschungen

Das FIO betreibt zahlreiche Projekte, die folgende Entwicklungen anstreben:

- neue, nicht-invasive, auf der Kurzkohärenz-Laser-Doppler-Velocimetrie beruhende Techniken zur Messung des Blutflusses in den Gefässen der Netzhaut, des Sehnervs und der Aderhaut;
- einen tragbaren Doppler-Laser zur Blutflussmessung in der Netzhaut frühgeborener Kinder;
- einen Konfokalen-Laser-Doppler-Flowmeter zur Erfassung des okulären Blutflusses im Glaukom;
- ein Instrument zur Messung des Durchmessers der Netzhautgefässe beim Menschen;
- ein Instrument zur spezifischen Erfassung der Pulsengeschwindigkeit, der die Arterien von den Venen in der Strabismuschirurgie zu unterscheiden erlaubt;
- ein Instrument zur Messung der Irisdurchblutung für die Beobachtung der Physiologie und der Kreislaufpharmakologie der Regenbogenhaut.

Ausser den dem okulären Blutfluss gewidmeten Projekten entwickelt das FIO Spitzentechniken wie die Kurzkohärenz-Laserinterferometrie zur Erforschung der Myopie bei Kindern, die Mikroholographie zur Beobachtung der Augenhintergrundstrukturen mit hohem Auflösungsvermögen bei Trübungen der durchsichtigen Augenteile (Katarakt usw.) und die photodynamische Therapie zur Behandlung von Makulaläsionen.

Die Anstrengungen und die erlangten Ergebnisse der FIO-Forscher werden nachstehend durch zwei Beispiele veranschaulicht: 1. die Laser-Doppler-Geschwindigkeits- und Blutflussmessung in Netzhaut, vorderstem Abschnitt des Sehnervs und Aderhaut; 2. die Messung des Sauerstoffgehaltes im vordersten Abschnitt des Sehnervs durch Phosphoreszenz.

Die Laser-Doppler-Geschwindigkeits- und Blutflussmessung

Der Doppler-Effekt beruht auf der Frequenzverschiebung einer von einem sich in Bewegung befindendem Teilchen rückgestreuten Welle. Diese Verschiebung ist proportional zur Geschwindigkeit des Teilchens. Diese Technik wird angewendet, um sowohl die Geschwindigkeit der Fahrzeuge durch ein Verkehrsradargerät zu kontrollieren als auch die Geschwindigkeit der roten Blutkörperchen in den Blutgefässen durch Ultraschall zu messen. Die Geschwindigkeitsmessung der roten Blutkörperchen in kleinen Gefässen wie denjenigen des Augenhintergrundes benötigt einen rotes Licht ausstrahlenden Laser.

Bei der Anwendung der Doppler-Technik auf das Auge wird ein Laserbündel schwacher Leistung (<100 μ W) auf ein Netzhautgefäss, auf ein kleines Volumen Sehnervgewebe oder Choriocapillaris, in denen man Geschwindigkeit und Blutfluss messen

Der Verein der Freunde des FIO

Sie wünschen die Forschung gegen die Blindheit zu unterstützen und zu fördern? Der Verein der Freunde des Forschungsinstitutes für Ophthalmologie in Sitten ist bereit, Sie als Mitglied aufzunehmen. Dieser Verein, gegenwärtig unter dem Vorsitz eines Schweizer Augenarztes, Dr. Willy-René Felgenhauer, hat seit seiner Gründung Fr. 302 670.- dem Institut zukommen lassen können. Wenn Sie mitmachen möchten, genügt es, ihre Anfrage an folgende Adresse zu richten: Verein der Freunde des FIO, Promenade-Noire 1, 2000 Neuenburg.

will, fokussiert. Das einfallende Laserlicht wird durch das Blut gestreut und tritt teilweise durch die Pupille wieder aus dem Auge heraus. Das heraustretende Licht wird durch ein optisches System registriert, das Signal wird durch einen Computer verarbeitet, der die Abweichung zwischen der Frequenz des einfallenden und des heraustretenden Laserlichtes feststellt. Diese Abweichung erlaubt es, den Blutfluss in den Netzhautgefässen im Sehnervgewebe oder in der Choriocapillaris zu messen.

Die Anwendung dieser Technik ist mitten in der Entwicklung: am vordersten Sehnervabschnitt, um die Glaukome zu erforschen, an der Aderhaut für die Ergründung der Makuladegenerationen.

Die Messung des Sauerstoffgehaltes durch Phosphoreszenz

Die Technik der Phosphoreszenz ist ein neueres nicht invasives Verfahren, das den Sauerstoffgehalt in den Kapillaren und Venen der unterschiedlichen Gefässbetten des Augenhintergrundes beim Tier ermitteln kann. Diese Messung fordert die intravenöse Einspritzung eines Porphyrinderivates als Farbstoff. Der Augenhintergrund wird dann mittels eines Blitzlichtes von einigen Mikrosekunden erhellt. Diese Reizung erregt den Farbstoff, der ein phosphoreszierendes Licht während etwa hundert Mikrosekunden ausstrahlt. Die Analyse dieses Lichtes erlaubt es, ein zweidimensionales Bild des Sauerstoffgehaltes in den betroffenen Gefässen zu erhalten. Am FIO durchgeführte Beobachtungen, welche die Messungen des Blutflusses und des Sauerstoffgehaltes kombinieren, haben ergeben, dass die Sauerstoffzufuhr im Sehnerv durch die Adaptation des Auges an die Dunkelheit und durch schnelle Wechsel der Leuchtdichte (Flicker) beeinflusst wird. Die Möglichkeit, eine Reaktion des Gefässsystems des Auges durch einen physiologischen Reiz wie den Flicker zu erzielen, stellt ein gutes Vorzeichen dar für die Entwicklung eines Systems, das ermöglicht, pathologische Veränderungen in einem frühen Stadium festzustellen.

Ein Netz internationaler Kapazitäten

Ein wichtiger Anteil all dieser Projekte beruht auf der Entwicklung von Signalanalyse-Systemen durch den Computer, was neue, stets leistungsfähigere Programme erfordert. Meistens nehmen solche Forschungen eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit in Anspruch (Ärzte, Biologen, Chemiker, Physiker, Mikromechaniker, usw.). Diese Voraussetzungen werden durch die Zusammensetzung des Teams des Institutes und durch die grosszügige Öffnung gegenüber äusseren Kapazitäten geschaffen: Hochschulen, Universitätsspitäler und spezialisierte Unternehmen in der Schweiz und im Ausland. In der Schweiz arbeitet das FIO namentlich mit der Eidgenössischen Technischen Hochschule von Lausanne (Labor für angewandte Optik, Labor für Luft- und Bodenverschmutzung), mit der Ingenieurschule des Kantons Wallis, mit der Augenklinik der Universität Genf und mit dem Augenspital Jules Gonin in Lausanne zusammen. Das FIO arbeitet auch mit anderen auf der Welt verteilten Forschungsgruppen zusammen, so mit den Universitäten von Montreal, Uppsala, Wien, Aachen, Strassburg, Iowa und Pennsylvania. Das FIO steht somit in Verbindung mit dem dichten Geflecht von Unternehmen und öffentlichen und privaten Forschungsinstituten, die aus der Westschweiz eine Region an der Spitze der Neuerung im medizinischen Apparatewesen machen.

Neueste Publikationen

- 1 Chamot SR, Movaffaghy AM, Petrig BL, Riva CE. Blood flow in the human iris measured by laser Doppler flowmetry. *Microvascular Research* 1999;57:153-61.
- 2 Petrig BL, Riva CE, Hayreh SS. Laser Doppler flowmetry and optic nerve head blood flow. *Am J Ophthalmol* 1999; 127:413-25.
- 3 Schmid GS, Papastergiou GI, Lin T, Riva CE, Laties AM, Stone RS. Autonomic denervations influence ocular dimensions and intraocular pressure in chicks. *Exp Eye Res* 1999;68:573-81.
- 4 Chamot SR, Movaffaghy AM, Petrig BL, Riva CE. Effet d'une diminution de la pression de perfusion oculaire sur le flux sanguin dans l'iris mesuré par fluxmétrie laser Doppler. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1999;214:302-4.
- 5 Geiser MH, Riva CE, Diermann U. Mesure du flux sanguin choroïdien au moyen d'un nouvel instrument laser Doppler confocal. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1999;214:285-7.
- 6 Achache F, Titzé P, Movaffaghy A, Mermoud A. Effet du Naftidrofuryl (Praxilène®) sur le flux sanguin de la tête du nerf optique du patient glaucomeux. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1999;214:260-2.
- 7 Geiser MH, Diermann U, Riva CE. Compact instrument for laser Doppler flowmetry in the foveal region of the choroid. *Journal of Biomedical Optics*. In press.
- 8 Chamot SR, Movaffaghy AM, Petrig BL, Riva CE. Iris blood flow response to acute decreases in ocular perfusion pressure: A laser Doppler flowmetry study in humans. *Exp Eye Res*. In press.
- 9 Doelemeyer A, Petrig BL. Estimation of projection errors in human ocular fundus imaging. *Ophthalmic & Physiological Optics*. In press.
- 10 Geiser MH, Schmetterer LF, Dorner G, Diermann U, Riva CE. Choroidal blood flow changes during inhalation of different mixtures of O₂ and CO₂ measured with a new compact laser Doppler flowmeter. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40(4):S368.
- 11 Logean E, Schmetterer LF, Geiser MH, Riva CE. Laser Doppler velocimetry of RBCs at different retinal vessel depths by varying the temporal coherence of the laser: A feasibility study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40(4):S490.
- 12 Movaffaghy A, Lochhead J, Riva CE, Harding SP, Molyneux ME, Taylor TE. Optic nerve head blood flow measurements with a portable laser Doppler flowmeter in children with cerebral malaria. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40(4):S864.
- 13 Panarello F, Sunaric-Mégevand G, Riva CE, Movaffaghy A, Pourmaras CJ. The effect of Dorzolamide 2% and Latanoprost 0.005% on optic nerve head blood flow measured by laser Doppler flowmetry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40(4):S493.
- 14 Pourmaras CJ, Bresson-Dumont H, Bechetoille A, de Gottrau P, Riva CE. Effect of increased mean ocular perfusion pressure PP_m on optic nerve head blood flow in normal tension glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40(4):S277.
- 15 Harding S, Lochhead J, Movaffaghy A, Falsini B, Riva CE, Molyneux M. Electroretinography of severe malaria in malawian children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40(4):S148.
- 16 Buerk DG, Riva CE. Vasomotion and spontaneous low frequency oscillation in blood flow and nitric oxide in cat optic nerve head. *Microvasc Res* 1998;55:103-12.
- 17 Papastergiou GI, Schmid GF, Riva CE, Mendel MJ, Stone RA, Laties AM. Ocular axial length and choroidal thickness in newly hatched chicks and one-year-old chickens fluctuate in a diurnal pattern that is influenced by visual experience and intraocular pressure changes. *Exp Eye Res* 1998;66:195-205.
- 18 Papastergiou GI, Schmid GF, Laties AM, Pendrak K, Lin T, Stone RA. Introduction of axial eye elongation and myopic refractive shift in one-year-old chickens. *Vision Res* 1998; 38:1883-8.
- 19 Formaz F, Riva CE, Geiser MH, Petrig BL. Le papilloèdème induit une vasodilatation rétinienne chez l'homme. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1998;212:326-9.
- 20 Schmid G, Papastergiou G, Riva CE, Petrig BL, Laties A, Stone R. Der tägliche axiale Augenwachstumsrhythmus in Kücken wird vom täglichen Hell-Dunkel-Zyklus beeinflusst. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1998;212:385-7.
- 21 Riva CE. Non-invasive measurement of oxygen tension in the optic nerve head. *Curr Opin Ophthalmol* 1998;9(2):56-60.
- 22 Riva CE, Buerk DG. Dynamic coupling of blood flow to function and metabolism in the optic nerve head. *Neuro-ophthalmol* 1998;20(2):45-54.
- 23 Petrig BL, Riva CE, Lorenz B, Movaffaghy A, Harbarth U, Dreher A. Confocal laser Doppler system for measurements of blood velocity in retinal vessels and flow in the optic nerve through the undilated pupil. *Lasers and Light* 1998; 8(3):137-42.
- 24 Movaffaghy A, Chamot S, Petrig BL, Riva CE. Blood flow in the human optic nerve head during isometric exercise. *Exp Eye Res* 1998;67:561-8.

L'institut de recherche ophtalmique de Sion développe de nouvelles méthodes diagnostiques des maladies oculaires

W.-R. Felgenhauer

A peine âgé de six ans, l'Institut de recherche en ophtalmologie de Sion (IRO) compte parmi les nombreux instituts publics et privés qui font de la Suisse romande une région à la pointe de la recherche en génie médical. Les chercheurs de l'IRO ont joué un rôle majeur dans la mise en évidence, chez l'animal puis chez l'homme, des relations étroites qui existent entre l'activité neuronale de la rétine, générée par des signaux visuels et par le métabolisme, et le débit sanguin qui se manifeste dans ces tissus. Ces recherches fondamentales sont porteuses de nouvelles techniques diagnostiques qui permettront de détecter plus vite et de manière plus précise certaines maladies oculaires.

Autre signe du rayonnement de l'Institut, son directeur, le professeur Charles Riva, a reçu le Prix Vogt, la plus haute distinction suisse dans le domaine de l'ophtalmologie, en 1997, et l'Université de Montréal lui a décerné le titre de Dr honoris causa en 1999¹.

L'étude de la relation entre l'activité neuronale, le débit sanguin et le métabolisme dans le cerveau est en plein développement depuis une décennie. Elle a permis d'obtenir des images extraordinaires et détaillées du cerveau. Appliquée à la rétine et au nerf optique, cette étude constitue l'un des axes principaux de recherche de l'IRO. L'hypothèse selon laquelle

¹ Sous le patronage de la Société Suisse d'Ophtalmologie, Merck Sharp & Dohme-Chibret SA décerne tous les ans un prix destiné à l'encouragement et au soutien de jeunes chercheurs dans le domaine de l'ophtalmologie. Le prix Chibret 1998 a été remis au Dr Gregor Schmid, de l'IRO, pour son travail sur la myopie, effectué en collaboration avec des chercheurs du *Scheie Eye Institute* de l'Université de Pennsylvanie à Philadelphie.

Correspondance:
Dr Willy-René Felgenhauer
Promenade-Noire 1
CH-2000 Neuchâtel

L'IRO en quelques chiffres

L'Institut de recherche en ophtalmologie a été ouvert, à Sion, en septembre 1994. Il emploie aujourd'hui 12 personnes, dont 3 docteurs en sciences ou en génie médical, 4 ingénieurs diplômés et 3 étudiants ingénieurs diplômés.

L'IRO est une fondation à but non lucratif. Ses membres fondateurs sont:

- l'Etat du Valais,
- la Municipalité de Sion,
- l'Hôpital régional de Sion-Hérens-Conthey,
- l'Institut central des hôpitaux valaisans,
- l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL),
- l'Université de Lausanne (UNIL),
- la Société suisse d'ophtalmologie,
- le Professeur Claude Gailloud et le Dr Aubin Balmer.

Les recherches proprement dites sont essentiellement financées par le Fonds national suisse de la recherche scientifique, le Programme prioritaire Optique II de la Confédération et la Fondation EMDO. Mais l'Institut ne pourrait pas fonctionner sans le soutien financier de l'Etat du Valais, de la Municipalité de Sion, de la Loterie romande et de nombreux dons privés.

le débit sanguin varie localement en fonction de l'activité électrique des neurones est aujourd'hui vérifiée au niveau de la rétine. Grâce à la technique de la flux-métrie par laser Doppler (LDF) et à son application à l'étude de la circulation dans le fond de l'œil, les chercheurs de l'IRO et leurs collègues du *Scheie Eye Institute* de Philadelphie, aux USA, ont été les premiers à démontrer cette hypothèse, chez l'animal d'abord. Des études chez le chat ont révélé que des changements de lumière (papillotement ou flash) qui induisent des changements d'activité électrique dans la rétine produisaient de profondes modifications du débit sanguin et du métabolisme. De telles réponses ont ensuite été mises en évidence chez l'homme grâce à de nouveaux instruments de mesure LDF développés par le groupe de recherche de l'IRO. Cette relation constitue le point de départ vers de nouveaux tests de fonctionnement de la rétine et la mise au point de nouvelles méthodes diagnostiques. Il est en effet possible d'imaginer que les ophtalmologues disposeront dans quelques années d'équipements capables d'obtenir des images en 2-dimensions de l'activité neuronale de la rétine par le biais des mesures laser Doppler. Ces images permettront de détecter plus vite et plus précisément qu'aujourd'hui certaines pathologies oculaires, comme le glaucome, la rétinopathie diabétique ou les occlusions veineuses.

Les recherches en cours

Dans cette perspective, l'IRO mène ainsi de nombreux projets qui visent à mettre au point:

- de nouvelles techniques non-invasives basées sur l'optique de faible cohérence pour la mesure du débit sanguin dans les vaisseaux de la rétine et les tissus du nerf optique et de la choroïde;
- un laser Doppler portable pour la mesure du débit sanguin dans la rétine des enfants prématurés;
- un module laser Doppler adapté à un ophtalmoscope à balayage confocal pour l'étude du débit sanguin dans le glaucome;
- un instrument de mesure du diamètre des vaisseaux rétinien chez l'homme;
- un instrument de mesure de la vitesse pulsative du sang permettant de distinguer les artères des veines dans la chirurgie du strabisme;
- un instrument de mesure du débit sanguin dans l'iris pour l'étude de la physiologie et la pharmacologie circulatoire de cet organe.

En dehors des projets qui concernent la circulation du sang dans le système oculaire, l'IRO développe des techniques d'avant-garde comme *l'interférométrie par laser de faible cohérence* pour l'investigation de la myopie chez l'enfant, la *microholographie* pour l'observation à haute résolution des structures du fond de l'œil en milieux oculaires troubles (cataracte, etc.) et *la thérapie photodynamique* pour le traitement des lésions maculaires.

Les efforts et les résultats acquis par les chercheurs de l'IRO sont illustrés ci-dessous par deux exemples: 1. La mesure du débit sanguin dans la rétine, la tête du nerf optique et la choroïde par vélocimétrie/fluxmétrie à laser Doppler et 2. La mesure d'oxygénation de la tête du nerf optique par phosphorescence.

La vélocimétrie/fluxmétrie à laser Doppler

L'effet Doppler correspond au décalage fréquentiel d'une onde qui est rétrodiffusée par une particule en mouvement. Ce décalage est proportionnel à la vitesse de la particule. Cette technique est utilisée aussi bien pour contrôler la vitesse des véhicules par radar que pour mesurer la vitesse des globules rouges dans les vaisseaux sanguins par ultrasons. Toutefois, pour mesurer la vitesse des globules rouges dans des petits vaisseaux, comme ceux du fond de l'œil, un laser émettant une lumière rouge est nécessaire.

Dans l'application de la technique Doppler à l'œil, on focalise un laser de faible puissance (<100 µW) soit sur un vaisseau rétinien, soit sur un petit volume de tissu du nerf optique ou des choriocapillaires, dans lesquels on veut mesurer la vitesse et le débit sanguin. La lumière laser incidente est diffusée par le sang et ressort en partie de l'œil par la pupille. Cette dernière est détectée par un système optique et le signal est traité par un ordinateur qui détermine l'écart entre la fréquence de la lumière diffusée et la lumière

L'Association des amis de l'IRO

Vous souhaitez soutenir et promouvoir la recherche contre la cécité? L'association des amis de l'Institut de recherche en ophtalmologie de Sion est prête à vous accueillir. Cette association, actuellement présidée par un ophtalmologue suisse, le Dr Willy-René Felgenhauer, a déjà permis de remettre Fr. 302 670.- à l'Institut depuis sa création. Pour rejoindre ses rangs, il vous suffit de contacter l'adresse suivante:
Association des amis de l'IRO, Promenade-Noire 1, 2000 Neuchâtel.

laser incidente. C'est ce décalage qui permet de calculer le flux sanguin dans les vaisseaux rétinien, les tissus du nerf optique ou les choriocapillaires.

L'application de cette technique est en plein développement: à la tête du nerf optique pour étudier les glaucomes, à la choroïde pour étudier les dégénérescences maculaires.

La mesure d'oxygénation par phosphorescence

La technique de la phosphorescence est une méthode non-invasive récente qui permet de déterminer la concentration d'oxygène dans les capillaires et veines des différents systèmes vasculaires du fond de l'œil chez l'animal. Cette mesure exige l'injection intraveineuse d'un colorant dérivé de la porphyrine. Le fond de l'œil est ensuite illuminé par un flash de quelques microsecondes. Cette stimulation excite le colorant qui émet une lumière phosphorescente durant une centaine de microsecondes. L'analyse de cette lumière permet d'obtenir une image en 2-dimensions de la concentration d'oxygène dans les vaisseaux concernés. Des études menées à l'IRO, qui combinent des mesures du débit sanguin et de l'oxygène, ont établi que l'apport d'oxygène au nerf optique est influencé par l'adaptation de l'œil à l'obscurité et par des rapides changements de luminance (flicker). La possibilité de provoquer une réponse du système vasculaire de l'œil par un stimulus physiologique comme le flicker est de bon augure pour la mise au point d'un système de détection, à un stade précoce, d'altérations pathologiques.

Un réseau de compétences internationales

Une part importante de tous ces projets réside dans le développement de systèmes d'analyse de signaux par ordinateur, ce qui exige de nouveaux programmes toujours plus performants. D'une manière générale, de telles recherches exigent une collaboration multidisciplinaire étroite (médecins, biologistes, chimistes, physiciens, micro-mécaniciens, etc.). Cette condition est réalisée par la composition de l'équipe de l'Institut et une large ouverture aux compétences exté-

rieures: hautes écoles, hôpitaux universitaires et entreprises spécialisées, en Suisse et à l'étranger. En Suisse, l'IRO travaille notamment avec l'EPFL (Laboratoire d'optique appliquée, Laboratoire de pollution atmosphérique et des sols), l'École d'ingénieurs du Valais, la Clinique d'ophtalmologie de l'Université de Genève et l'Hôpital Jules Gonin à Lausanne. L'IRO collabore également avec d'autres groupes de recherche à travers le monde, en particulier dans les universités de Montréal, Uppsala, Vienne, Aachen, Strasbourg, Iowa, Pennsylvanie. L'IRO s'inscrit ainsi dans le réseau très dense d'entreprises et d'instituts de recherche publics et privés qui font de la Suisse romande une région à la pointe de l'innovation en génie médical.

Publications récentes

- 1 Chamot SR, Movaffaghy AM, Petrig BL, Riva CE. Blood flow in the human iris measured by laser Doppler flowmetry. *Microvascular Research* 1999;57:153-61.
- 2 Petrig BL, Riva CE, Hayreh SS. Laser Doppler flowmetry and optic nerve head blood flow. *Am J Ophthalmol* 1999; 127:413-25.
- 3 Schmid GS, Papastergiou GI, Lin T, Riva CE, Laties AM Stone RS. Autonomic denervations influence ocular dimensions and intraocular pressure in chicks. *Exp Eye Res* 1999;68:573-81.
- 4 Chamot SR, Movaffaghy AM, Petrig BL, Riva CE. Effet d'une diminution de la pression de perfusion oculaire sur le flux sanguin dans l'iris mesuré par fluxmétrie laser Doppler. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1999;214:302-4.
- 5 Geiser MH, Riva CE, Diermann U. Mesure du flux sanguin choroïdien au moyen d'un nouvel instrument laser Doppler confocal. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1999;214:285-7.
- 6 Achache F, Titzé P, Movaffaghy A, Mermoud A. Effet du Naftidrofuryl (Praxilène®) sur le flux sanguin de la tête du nerf optique du patient glaucomeux. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1999;214:260-2.
- 7 Geiser MH, Diermann U, Riva CE. Compact instrument for laser Doppler flowmetry in the foveal region of the choroid. *Journal of Biomedical Optics*. In press.
- 8 Chamot SR, Movaffaghy AM, Petrig BL, Riva CE. Iris blood flow response to acute decreases in ocular perfusion pressure: A laser Doppler flowmetry study in humans. *Exp. Eye Reseach*. In press.
- 9 Doelemeyer A, Petrig BL. Estimation of projection errors in human ocular fundus imaging. *Ophthalmic & Physiological Optics*. In press.
- 10 Geiser MH, Schmetterer LF, Dorner G, Diermann U, Riva CE. Choroidal blood flow changes during inhalation of different mixtures of O₂ and CO₂ measured with a new compact laser Doppler flowmeter. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40(4):S368.
- 11 Logean E, Schmetterer LF, Geiser MH, Riva CE. Laser Doppler velocimetry of RBCs at different retinal vessel depths by varying the temporal coherence of the laser: A feasibility study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40(4):S490.
- 12 Movaffaghy A, Lochhead J, Riva CE, Harding SP, Molyneux ME, Taylor TE. Optic nerve head blood flow measurements with a portable laser Doppler flowmeter in children with cerebral malaria. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40(4):S864.
- 13 Panarello F, Sunaric-Mégevand G, Riva CE, Movaffaghy A, Pourmaras CJ. The effect of Dorzolamide 2% and Latanoprost 0.005% on optic nerve head blood flow measured by laser Doppler flowmetry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40(4):S493.
- 14 Pourmaras CJ, Bresson-Dumont H, Bechettoille A, de Gottrau P, Riva CE. Effect of increased mean ocular perfusion pressure P_{PM} on optic nerve head blood flow in normal tension glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40(4):S277.
- 15 Harding S, Lochhead J, Movaffaghy A, Falsini B, Riva CE, Molyneux M. Electroretinography of severe malaria in malawian children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40(4):S148.
- 16 Buerk DG, Riva CE. Vasomotion and spontaneous low frequency oscillation in blood flow and nitric oxide in cat optic nerve head. *Microvasc Res* 1998;55:103-12.
- 17 Papastergiou GI, Schmid GF, Riva CE, Mendel MJ, Stone RA, Laties AM. Ocular axial length and choroidal thickness in newly hatched chicks and one-year-old chickens fluctuate in a diurnal pattern that is influenced by visual experience and intraocular pressure changes. *Exp Eye Res* 1998;66:195-205.
- 18 Papastergiou GI, Schmid GF, Laties AM, Pendrak K, Lin T, Stone RA. Introduction of axial eye elongation and myopic refractive shift in one-year-old chickens. *Vision Res* 1998; 38:1883-8.
- 19 Formaz F, Riva CE, Geiser MH, Petrig BL. Le papillothème induit une vasodilatation rétinienne chez l'homme. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1998;212:326-9.
- 20 Schmid G, Papastergiou G, Riva CE, Petrig BL, Laties A, Stone R. Der tägliche axiale Augenwachstumsrhythmus in Kücken wird vom täglichen Hell-Dunkel-Zyklus beeinflusst. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1998;212:385-7.
- 21 Riva CE. Non-invasive measurement of oxygen tension in the optic nerve head. *Curr Opin Ophthalmol* 1998;9(2):56-60.
- 22 Riva CE, Buerk DG. Dynamic coupling of blood flow to function and metabolism in the optic nerve head. *Neuro-ophthalmol* 1998;20(2):45-54.
- 23 Petrig BL, Riva CE, Lorenz B, Movaffaghy A, Harbarth U, Dreher A. Confocal laser Doppler system for measurements of blood velocity in retinal vessels and flow in the optic nerve through the undilated pupil. *Lasers and Light* 1998; 8(3):137-42.
- 24 Movaffaghy A, Chamot S, Petrig BL, Riva CE. Blood flow in the human optic nerve head during isometric exercise. *Exp Eye Res* 1998;67:561-8.