

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Прошло около трех десятков лет с тех пор, как Генри Хаймович (1907–2001) впервые опубликовал свою выдающуюся работу *Сосудистая хирургия: принципы и методики*. Уже тогда мы ощутили важность того момента для развития нашей специальности. Полагаю, что, в отличие от других периодов времени и других хирургических специальностей, мы также смогли сосредоточить и сориентировать наши усилия на меняющиеся потребности пациентов и возможности доступных нам технологий либо одновременно с их появлением, либо заблаговременно. Один из первых великих сосудистых хирургов, Генри Хаймович был нашим главным вдохновителем на пути к успеху в период становления и взросления этой хирургической специальности. Он безмерно верил в ее будущее. Генри был моим наставником и большим другом. Я в неоплатном долгу перед ним за предоставленную возможность быть редактором этого великого учебника.

Мы также скорбим о внезапной кончине еще одного выдающегося лидера в сосудистой хирургии — Д. Эйджена Стрэндриса (1928–2002). В годы становления неинвазивного исследования сосудов д-р Стрэндрис внес неоценимый вклад в развитие этой области и, в конечном итоге, стал основателем того, что сейчас стало нашим наиболее эффективным средством в диагностике заболеваний сосудов — сосудистой лаборатории. Его первые работы были посвящены физиологическому тестированию, но, кроме того, он также отвечал за развитие и применение прямых ультразвуковых методик сосудистой диагностики. Совместно с инженерами Вашингтонского университета ему удалось соединить визуализирующую систему В-типа с доплеровским потоковым

датчиком, что привело к созданию первого дуплексного сканера. Эти исследователи внесли неоценимый вклад в развитие нашей специальности своими открытиями, публикациями и умением повести за собой. По их стопам должны идти настоящие и будущие поколения ведущих сосудистых хирургов: для них поставлены очень высокие планки, дорости до которых непросто.

Мы рады возвращению редакторов разделов Ларри Холлиэра (Аневризмы аорты и периферических артерий), Д. Эйджена Стрэндриса (Визуализирующие методики), Джонатана Б. Тауна (Окклюзии нижних конечностей), а также присоединению новых соавторов Крейга Кента (Основные проблемы сердечно-сосудистой системы), Джона Дж. Рикотта (Цереброваскулярная недостаточность) и Уильяма Пирса (Операции на венозных и лимфатических сосудах).

В 5-м издании *Сосудистой хирургии* Хаймовича продолжена традиция всестороннего анализа результатов работы ведущих специалистов в данной области. Представлены инновации в оперативной технике и неинвазивных визуализирующих методах диагностики, при этом каждая тема расширена, опубликованы самые последние данные. В учебнике рассматриваются наиболее актуальные вопросы, касающиеся эндоваскулярной терапии. В него внесены обширные изменения — все 75 глав были пересмотрены и добавлено 25 новых глав.

*Энрико Ашер, MD  
Нью-Йорк, Нью-Йорк,  
2003*

# ПРИЗНАТЕЛЬНОСТЬ

*Пользуясь возможностью, хочу поблагодарить моих родителей, Самуэля и Эмилию, за поддержку на протяжении всей моей жизни.*

Я не в состоянии выразить свою признательность всем, чьи настойчивые усилия воплотились в эту книгу. В этом издании приняли участие много достойнейших авторов, как выдающихся лидеров современности, так и восходящих звезд будущего. Результат их труда имеет огромное значение не только сегодня, но и в будущем.

Касаясь моей собственной практики, я хотел бы поблагодарить своего друга и коллегу, доктора Энила Хингорани, «прикрывавшего» меня в операционной в то время, когда мне было необходимо сосредоточиться на этом проекте. Особо хотелось бы отметить мою помощницу Энн Обер за ее настойчивость, надежность и преданность. Координируя и, при необходимости, тактич-

но направляя деятельность столь различных по своим характерам авторов, она внесла неоценимый вклад в общее дело.

И наконец, я должен поблагодарить издательство Blackwall за постоянную поддержку этого проекта. Нам помогали многие талантливые сотрудники, но особо хотелось бы отметить Джулию Кэссон, технического редактора, и Кэйт Хэйтли, координатора издания. Об их профессионализме и роли в данном предприятии убедительно свидетельствует его окончательный результат.

*Энрико Ашер, MD  
Нью-Йорк, Нью-Йорк,  
2003*

# РЕДАКТОРЫ

## **Энрико Ашер (ENRICO ASCHER, MD)**

Professor of Surgery  
Mount Sinai School of Medicine  
New York, New York  
Chief, Vascular Surgery Services  
Maimonides Medical Center  
Brooklyn, New York

## **Л. Х. Холлиер (L. H. HOLLIER, MD, FACS, FACC, FRCS (ENG))**

Julius Jacobson Professor of Vascular Surgery  
Mount Sinai School of Medicine  
President  
The Mount Sinai Hospital  
New York, New York

## **Д. Эйджен Странднес (D. EUGENE STRANDNESS, JR., MD, DMED)**

Former Professor of Surgery  
University of Washington  
Former Attending Surgeon  
University of Washington Medical Center  
Seattle, Washington

## **Джонатан Б. Таун (JONATHAN B. TOWNE, MD)**

Professor of Surgery  
Chairman of Vascular Surgery  
Medical College of Wisconsin  
Milwaukee, Wisconsin

## **Кейт Д. Каллигаро (KEITH CALLIGARO, MD)**

Associate Clinical Professor  
University of Pennsylvania School of Medicine  
Chief, Section of Vascular Surgery  
Pennsylvania Hospital  
Philadelphia, Pennsylvania

## **К. Крейз Кент (K. CRAIG KENT, MD)**

Chief  
Columbia Weill Cornell Division of Vascular Surgery  
Columbia College of Physicians and Surgeons  
Weill Medical College of Cornell University  
New York, New York

## **Грегори Л. Монета (GREGORY L. MONETA, MD)**

Professor of Surgery  
Head, Division of Vascular Surgery  
Oregon Health and Science University  
Portland, Oregon

## **Уильям Пирс (WILLIAM H. PEARCE, MD)**

Violet R. and Charles A. Baldwin Professor  
of Vascular Surgery  
Chief, Division of Vascular Surgery  
Northwestern University  
Feinberg School of Medicine  
Chicago, Illinois

## **Джон Дж. Рикотта (JOHN J. RICOTTA, MD, FACS)**

Professor and Chair  
Department of Surgery  
State University of New York at Stony Brook  
Chief of Surgery  
Stony Brook University Hospital  
Stony Brook, New York

## **Генри Хаймович (HENRY HAIMOVICI, MD)**

Former Foreign Corresponding Member  
French National Academy of Medicine  
Paris, France  
Former Clinical Professor Emeritus of Surgery  
Albert Einstein College of Medicine at Yeshiva University  
Former Senior Consultant  
and Chief Emeritus of Vascular Surgery  
Montefiore Medical Center  
New York, New York

# АВТОРЫ

## **Хуан Айерди (JUAN AYERDI, MD)**

Division of Peripheral Vascular Surgery  
Southern Illinois University School of Medicine  
Springfield, Illinois

## **Франк Р. Арко (FRANK R. ARKO, MD)**

Director, Endovascular Surgery  
Assistant Professor of Surgery  
Division of Vascular Surgery  
Stanford

## **Энрико Ашер (ENRICO ASCHER, MD)**

Professor of Surgery  
Mount Sinai School of Medicine  
New York, New York  
Chief, Vascular Surgery Services  
Maimonides Medical Center  
Brooklyn, New York

## **Уорнер П. Банденс (WARNER P. BUNDENS, MD)**

Assistant Clinical Professor of Surgery  
University of California, San Diego  
San Diego, California

## **Хишан Бассиуну (HISHAN S. BASSIOUNY, MD)**

Associate Professor of Surgery  
Medical Director of Noninvasive Laboratories  
Department of Vascular Surgery  
University of Chicago  
Chicago, Illinois

## **Рихард А. Баум (RICHARD A. BAUM, MD)**

Department of Surgery  
University of Pennsylvania School of Medicine  
Philadelphia, Pennsylvania

## **Джон Дж. Берган (JOHN J. BERGAN, MD, FACS)**

Professor of Surgery University of California, San Diego  
Professor of Surgery  
Uniformed Services of the Health Sciences  
Bethesda, Maryland

## **Рамон Бергер (RAMON BERGUER, MD, PhD)**

Professor and Chief  
Division of Vascular Surgery  
Wayne State University/Detroit Medical Center  
Detroit, Michigan

## **Джон Д. Бизоньяно (JOHN D. BISOGNANO, MD, PhD, FACP, FACC)**

Assistant Professor of Medicine University of Rochester  
Attending Cardiologist Strong Memorial Hospital  
Rochester, New York

## **Маурисио П. Борик (MAURICIO P. BORIC, PhD)**

Departamento de Ciencias Fisiologicas  
P. Universidad Catolica de Chile  
Santiago, Chile

## **Джон К. Боуэн (JOHN C. BOWEN, MD)**

Chairman Emeritus, Department of Surgery  
Ochsner Clinic Foundation  
New Orleans, Louisiana

## **У. Тодд Бохэннон (W. TODD BOHANNON, MD)**

Assistant Professor of Surgery and Radiology  
Texas Technical University Health Sciences Center  
University Medical Center  
Lubbock, Texas

## **Брюс Х. Бриннэман (BRUCE H. BRENNAMAN, MD)**

Director, Noninvasive Vascular Laboratory The Medical Center  
Surgical Associates of Columbus  
Columbus, Georgia

## **Дэвид К. Брюстер (DAVID C. BREWSTER, MD)**

Clinical Professor of Surgery  
Harvard Medical School  
Surgeon  
Massachusetts General Hospital  
Boston, Massachusetts

## **Ахмад Ф. Бхатти (AHMAD F. BHATTI, MD)**

Columbia University and St. Luke's/  
Roosevelt Hospital Center  
New York, New York

## **Франк Дж. Вайт (FRANK J VEITH, MD, FACS)**

Professor of Surgery  
Albert Einstein College of Medicine  
The William J. von Liebig Chair in Vascular Surgery  
Montefiore Medical Center  
New York, New York

## **Омайга С. Веласкес (OMAIDA C. VELAZQUEZ, MD)**

Department of Surgery  
University of Pennsylvania School of Medicine  
Philadelphia, Pennsylvania

## **Йонхи Ву (YEONGCHI WU, MD)**

Associate Professor of Physical Medicine and Rehabilitation  
Northwestern University Medical School  
Director, Amputee Rehabilitation  
Rehabilitation Institute of Chicago  
Center for International Rehabilitation  
Chicago, Illinois

**Сеймур Глазов (SEYMOUR GLAGOV, MD)**

Department of Pathology  
University of Chicago School of Medicine  
Chicago, Illinois

**Петер Гловицкий (PETER GLOVICZKI, MD)**

Professor of Surgery  
Mayo Medical School  
Chair, Division of Vascular Surgery  
Director, Gonda Vascular Center  
Mayo Clinic and Foundation  
Rochester, Minnesota

**Лейзар Дж. Гринфилд (LAZAR J. GREENFIELD, MD)**

Frederick A. Collier Professor and Chairman of Surgery  
University of Michigan Medical School  
Department of Surgery  
University of Michigan Medical Center  
Ann Arbor, Michigan

**Сашил К. Гупта (SUSHIL K. GUPTA, MD)**

Section Chief  
Guthrie Clinic  
Sayre, Pennsylvania

**Мэтью Дж. Дагерти  
(MATTHEW J. DOUGHERTY, MD, FACS)**

Assistant Clinical Professor  
University of Pennsylvania  
Section of Vascular Surgery  
Pennsylvania Hospital  
Philadelphia, Pennsylvania

**Р. Клемент Дарлинг (R. CLEMENT DARLING, III, MD)**

Professor of Surgery  
Albany Medical College  
Chief, Division of Vascular Surgery  
Albany Medical Center  
Albany, New York

**Тоня П. Джордан (TONYA P. JORDAN, MD)**

Columbia University  
and St. Luke's/Roosevelt Hospital Center  
New York, New York

**Эдвард Б. Дитрих (EDWARD B. DIETRICH, MD)**

Medical Director and Chief of Cardiovascular Surgery  
Arizona Heart Institute  
Arizona Heart Hospital  
Director and Chairman  
Department of Cardiovascular Services  
Healthwest Regional Medical Center  
Phoenix, Arizona

**Томас Ф. О'Доннелл (THOMAS F. O'DONNELL, Jr., MD)**

Andrews Professor and Chairman of Surgery  
Tufts University School of Medicine  
Surgeon-in-Chief  
Chief of Vascular Surgery  
New England Medical Center  
Boston, Massachusetts

**Уолтер Н. Дюран (WALTER N. DURAN, PhD)**

Professor of Physiology and Surgery  
Chief, Division of Microcirculatory Research  
Department of Physiology  
University of Medicine and Dentistry of New Jersey  
New Jersey Medical School  
Newark, New Jersey

**Кристофер К. Заринс (CHRISTOPHER K. ZARINS, MD)**

Chidester Professor of Surgery  
Stanford University School of Medicine  
Chief, Division of Vascular Surgery  
Stanford University Medical Center  
Stanford, California

**Марк Д. Иафрати (MARK D. IAFRATI, MD, RVT, FACS)**

Department of Surgery  
Division of Vascular Surgery  
New England Medical Center  
Boston, Massachusetts

**Джеймс Д. Изон (JAMES D. EASON, MD, FACS)**

Head, Section of Abdominal Transplantation  
Ochsner Clinic Foundation  
New Orleans, Louisiana

**Энтони М. Импарато (ANTHONY M. IMPARATO, MD)**

Professor of Surgery  
New York University School of Medicine  
New York, New York

**Уильям Р. Йоркович (WILLIAM R. YORKOVICH, RPA)**

Physician Assistant  
Division of Vascular Surgery  
Maimonides Medical Center  
Brooklyn, New York

**Кейт Д. Каллигаро  
(KEITH D. CALLIGARO, MD, FACS)**

Associate Clinical Professor  
University of Pennsylvania School of Medicine  
Chief, Section of Vascular Surgery  
Pennsylvania Hospital  
Philadelphia, Pennsylvania

**Манью Калра (MANJU KALRA, MBBS FRCSed)**

Department of Surgery  
Mayo Clinic  
Rochester, Minnesota

**Дж. Дж. Кармачария (J.J. KARMACHARYA, MD)**

Department of Surgery  
University of Pennsylvania School of Medicine  
Philadelphia, Pennsylvania

**Джеффри П. Карпенгер  
(JEFFREY P. CARPENTER, MD)**

Associate Professor of Surgery  
Department of Surgery  
University of Pennsylvania School of Medicine  
Philadelphia, Pennsylvania

**Альфидо Карроччио (ALFIO CARROCCIO, MD)**

Resident in Vascular Surgery  
Division of Vascular Surgery  
Mount Sinai Medical Center  
New York, New York

**К. Крейг Кент (K. CRAIG KENT, MD)**

Professor of Surgery  
Columbia Weill Cornell Division of Vascular Surgery  
Columbia College of Physicians and Surgeons  
Weill Medical College of Cornell University  
New York, New York

**Сашу Килару (SASHI KILARU, MD)**

Vascular Surgery Fellow  
Weill Cornell Medical College  
New York Presbyterian Hospital – Cornell  
New York, New York

**Рональд А. Клайн (RONALD A. KLINE, MD, FACS)**

Associate Professor of Surgery  
Wayne State University School of Medicine  
Program Director, Vascular Surgery  
Harper University Hospital  
Detroit, Michigan

**Г. Патрик Кладжетт (G. PATRICK CLAGETT, MD)**

Jan and Bob Pickens Distinguished Professorship in Medical Science  
Professor and Chairman, Division of Vascular Surgery  
University of Texas Southwestern Medical Center  
Dallas, Texas

**Йозеф С. Козелли (JOSEPH S. COSELLI, MD)**

Professor of Surgery  
Chief, Division of Cardiothoracic Surgery  
Baylor College of Medicine  
Houston, Texas

**Энтони Дж. Комерота (ANTHONY J. COMEROTA, MD)**

Professor of Surgery  
Temple University School of Medicine  
Chief, Vascular Surgery  
Temple University Hospital  
Philadelphia, Pennsylvania

**Майкл С. Коннерс (MICHAEL S. CONNERS, III, MD)**

Vascular Surgery Fellow  
Alton Ochsner Clinic Foundation  
New Orleans, Louisiana

**Пауль В. Крайенберг (PAUL V. KREIENBERG, MD)**

Associate Professor of Surgery  
Albany Medical College  
Attending Vascular Surgeon  
Albany Medical Center Hospital  
Albany, New York

**Чженпей Ксу (CHENGPEI XU, MD)**

Stanford University School of Medicine  
Division of Vascular Surgery  
Stanford, California

**Майкл А. Купер (MICHAEL A. COOPER)**

Attending Surgeon  
Rose Medical Center  
Denver, Colorado

**Джеймс Б. Лайонс (JAMES B. LYONS, MD)**

Interventional Radiologist  
Desert Samaritan Medical Center  
Mesa, Arizona

**Л. Скотт Левин (L. SCOTT LEVIN, MD)**

Chief, Division of Plastic, Maxillofacial,  
and Reconstructive Surgery  
Duke University Medical Center  
Durham, North Carolina

**Эван К. Липсцитц (EVAN C. LIPSITZ, MD)**

Assistant Professor, Division of Vascular Surgery  
Albert Einstein College of Medicine  
Attending Vascular Surgeon  
Montefiore Medical Center  
Bronx, New York

**Элке Лоренсен (ELKE LORENSEN, MD)**

Vascular Fellow  
Maimonides Medical Center  
Brooklyn, New York

**Грегори Дж. Лэндри (GREGORY J. LANDRY, MD)**

Assistant Professor of Surgery, Division of Vascular Surgery  
Oregon Health Sciences University  
Portland, Oregon

**Самуэль Р. Маней (SAMUEL R. MONEY, MD, FACS, MBA)**

Clinical Associate Professor  
Tulane School of Medicine  
Head, Section of Vascular Surgery  
Ochsner Clinic Foundation  
New Orleans, Louisiana

**П. Майкл МакФадден (P. MICHAEL MCFADDEN, MD)**

Clinical Professor of Surgery  
Tulane University School of Medicine  
Surgeon and Surgical Co-Director  
Lung Transplantation Program  
Ochsner Clinic  
New Orleans, Louisiana

**Стефан П. Маррей (STEPHEN P. MURRAY, MD)**

Inland Vascular Institute  
Spokane, Washington  
Assistant Clinical Professor, Surgery  
Uniformed Services University of the Health Sciences  
Bethesda, Maryland

**Робин Маската (ROBYN MACSATA, MD)**

Resident, Vascular Surgery  
Washington Hospital Center  
Georgetown University  
Washington, DC

**Мэниш Мехта (MANISH MEHTA, MD)**

Assistant Professor of Surgery Albany Medical College  
Attending Vascular Surgeon Albany Medical Center Hospital  
Albany, New York

**Арнольд Миллер (ARNOLD MILLER, MD)**

Associate Clinical Professor of Surgery Harvard Medical School  
Boston, Massachusetts  
Chief Department of Surgery Leonard Morse Hospital  
Metro West Medical Center  
Natick, Massachusetts

**Йосио Мисима (YOSHIO MISHIMA, MD)**

Professor and Chairman of Surgery  
Tokyo Medical and Dental University  
Tokyo, Japan

**Грегори Л. Монета (GREGORY L. MONETA, MD)**

Professor of Surgery  
Chief, Division of Vascular Surgery  
Oregon Health Sciences University  
Portland, Oregon

**Николас Дж. Морриссей (NICHOLAS J. MORRISSEY, MD)**

Assistant Professor of Surgery  
Division of Vascular Surgery  
Mt. Sinai School of Medicine  
New York, New York

**Скотт Е. Мюзикант (SCOTT E. MUSICANT, MD)**

Resident in Surgery  
Oregon Health Sciences University  
Portland, Oregon

**Киль Мюллер (YLE MUELLER, MD)**

Resident, General Surgery  
Northwestern University Medical School  
Chicago, Illinois

**Лейла Мюребе (LEILA MUREEBE, MD)**

Assistant Professor, Department of Surgery  
University of Missouri – Columbia  
Staff Surgeon, Department of Surgery  
University of Missouri Health Care  
Columbia, Missouri

**Кеннет Л. Мэттокс (KENNETH L. MATTOX, MD)**

Professor and Vice Chair  
Michael E. DeBakey Department of Surgery  
Baylor College of Medicine  
Chief of Staff/Chief of Surgery  
Ben Taub General Hospital  
Houston, Texas

**Харвей Л. Найман (HARVEY L. NEIMAN, MD)**

Executive Director, American College of Radiology  
Reston, Virginia  
Professor of Radiology  
Temple University School of Medicine  
Philadelphia, Pennsylvania

**Ришар Ф. Невиль (RICHARD F. NEVILLE, MD)**

Associate Professor of Surgery  
Georgetown University  
Chief  
Vascular Surgery  
Georgetown University Medical Center  
Washington, DC

**Одра А. Ноэль (AUDRA A. NOEL, MD)**

Assistant Professor of Surgery  
Mayo Medical School  
Consultant  
Division of Vascular Surgery  
Mayo Clinic  
Rochester, Minnesota

**Кэтрин Д. Озват (KATHLEEN J. OZSVATH, MD)**

Assistant Professor of Surgery  
Albany Medical College  
Attending Vascular Surgeon  
Albany Medical Center Hospital  
Albany, New York

**Такао Ооки (TAKAO OHKI, MD)**

Associate Professor of Surgery  
Albert Einstein College of Medicine  
Chief, Vascular and Endovascular Surgery  
Montefiore Medical Center  
Bronx, New York

**Петер Дж. Пппас (PETER J. PAPPAS, MD)**

Division of Vascular Surgery  
Department of Surgery  
University of Medicine and Dentistry of New Jersey  
New Jersey Medical School  
Newark, New Jersey

**Хуан К. Пароди (JUAN C. PARODI, MD)**

Vice Director of the Post-Graduate Training Program  
in Cardiovascular Surgery of the University of Buenos Aires  
Chief, Vascular Surgery Department  
Instituto Cardiovascular de Buenos Aires  
Director, Instituto Cardiovascular de Buenos Aires  
Buenos Aires, Argentina

**Уильям Пирс (WILLIAM PEARCE, MD)**

Violet R. and Charles A. Baldwin  
Professor of Vascular Surgery  
Department of Surgery  
Northwestern University Medical School  
Chicago, Illinois

**Мэри К. Проктор (MARY C. PROCTOR, MS)**

Department of Surgery  
University of Michigan Medical School  
Ann Arbor, Michigan

**Сэньев Прэдхэн (SANJEEV PRADHAN, MD)**

Resident, Department of Surgery  
Yale University School of Medicine  
New Haven, Connecticut

**Чарльс П. Пэнизин (CHARLES P. PANISYN, MD)**

Assistant Clinical Professor of Surgery Tufts Medical School  
Boston, Massachusetts

**Филип С. К. Пэти (PHILIP S. K. PATY, MD)**

Associate Professor of Surgery Albany Medical College  
Attending Vascular Surgeon  
Albany Medical Center Hospital  
Albany, New York

**Джон Дж. Рикотта (JOHN J. RICOTTA, MD)**

Professor and Chairman of Surgery Department of Surgery  
Stony Brook University Hospital  
Stony Brook, New York

**Сейэн В. Руэн (SEAN V. RYAN, MD)**

Surgical Resident  
Pennsylvania Hospital  
Philadelphia, Pennsylvania

**Алла М. Розенблит (ALLA M. ROZENBLIT, MD)**

Maimonides Medical Center  
Brooklyn, New York

**Сеан П. Родди (SEAN P. RODDY, MD)**

Assistant Professor of Surgery  
Albany Medical College  
Attending Vascular Surgeon  
Albany Medical Center Hospital  
Albany, New York

**Тэмми К. Рэймос (TAMMY K. RAMOS, MD)**

Creighton University Medical Center  
Department of Surgery  
Omaha, Nebraska

**Сешадри Рэйю (SESHADRI RAJU, MD, FACS)**

Emeritus Professor of Surgery and Honorary Surgeon  
University of Mississippi Medical School  
Jackson, Mississippi

**Уильям Д. Сэггс (WILLIAM D. SUGGS, MD)**

Maimonides Medical Center  
Brooklyn, New York

**Дэвид С. Самнер (DAVID S. SUMNER, MD)**

Distinguished Professor of Surgery, Emeritus  
Chief, Section of Peripheral Vascular Surgery  
Southern Illinois University School of Medicine  
Springfield, Illinois

**Армандо Сарди (ARMANDO SARDI, MD, FACS)**

Chief Surgical Oncology  
Medical Director, Clinical Research Center  
St. Agnes Health Care  
Baltimore, Maryland

**Гэри Р. Сибрук (GARY R. SEABROOK, MD)**

Professor of Vascular Surgery  
Medical College of Wisconsin  
Milwaukee, Wisconsin

**Антон Н. Сидэуи (ANTON N. SIDAWY, MD, MPH)**

Professor of Surgery George Washington University  
Georgetown University  
Chief, Surgery Service  
VA Medical Center  
Washington, DC

**Михаэль Б. Силва (MICHAEL B. SILVA, Jr., MD)**

Vice-Chairman, Department of Surgery  
Professor & Chief, Vascular Surgery and Vascular  
Interventional Radiology  
Texas Tech University Health Sciences Center  
Attending Surgeon  
University Medical Center  
Lubbock, Texas

**Дональд Силвер (DONALD SILVER, MD)**

Professor Emeritus, Department of Surgery  
University of Missouri — Columbia Medical  
Director, Surgical Services  
University of Missouri Health Care  
Columbia, Missouri

**Морис М. Солис (MAURICE M. SOLIS, MD)**

Chief, Vascular and Endovascular Surgery  
Macon Cardiovascular Institute and Mercer University  
School of Medicine  
Macon, Georgia

**Джемс К. Стенли (JAMES C. STANLEY, MD, FACS)**

Professor of Surgery  
University of Michigan  
Head, Section of Vascular Surgery  
University of Michigan Hospital  
Ann Arbor, Michigan

**Жан Ж. Стокоза (JAN J. STOKOSA, CP)**

Stokosa Prosthetic Clinic  
East Lansing, Michigan

**Рональд Дж. Стоуней (RONALD J. STONEY, MD)**

Professor of Surgery  
University of California, San Francisco,  
School of Medicine  
San Francisco, California

**Д. Эйджен Странднес****(D. EUGENE STRANDNESS, Jr., MD, Dmed)**

Former Professor of Surgery  
University of Washington  
Former Attending Surgeon  
University of Washington Medical Center  
Seattle, Washington

**Бауер Э. Сумпио (BAUER E. SUMPPIO, MD, PhD)**

Professor and Vice Chairman of Surgery  
Chief, Vascular Surgery  
Yale University School of Medicine  
Chief, Vascular Service  
Yale — New Haven Hospital  
New Haven, Connecticut



**Ричард Дж. Сэндерс (RICHARD J. SANDERS, MD)**

Clinical Professor of Surgery  
University of Colorado School of Medicine  
Rose Medical Center  
Denver, Colorado

**Уильям Турнипсид (WILLIAM TURNIPSEED, MD)**

Professor of Surgery  
Section of Vascular Surgery  
University Hospital  
Madison, Wisconsin

**Джонатан Б. Таун (JONATHAN B. TOWNE, MD)**

Chief of Vascular Surgery  
Froedtert Memorial Lutheran Hospital  
Professor of Surgery  
Medical College of Wisconsin  
Milwaukee, Wisconsin

**М. Дэвид Тилсон (M. DAVID TILSON, MD)**

Ailsa Mellon Bruce Professor of Surgery (Columbia University)  
Director Emeritus Department of Surgery  
St. Luke's/Roosevelt Hospital  
New York, New York

**Родни Э. Уайт (RODNEY A. WHITE, MD)**

Associate Chair Department of Surgery  
Harbor – UCLA Research and Education Institute  
Chief, Vascular Surgery  
Division of Vascular Surgery  
Harbor – UCLA Medical Center  
Torrance, California

**Томас У. Уэксфилд (THOMAS W. WAKEFIELD, MD)**

S. Martin Lindenauer Professor of Surgery  
Section of Vascular Surgery  
University of Michigan Medical Center  
Staff Surgeon  
University of Michigan Hospital and  
Ann Arbor Veterans Administration Medical Center  
Ann Arbor, Michigan

**Майкл М. Фару (MICHAEL M. FAROOQ, MD)**

Assistant Professor of Surgery  
University of California, Los Angeles

**Дэвид Л. Фелдман (DAVID L. FELDMAN, MD, FACS)**

Assistant Professor of Surgery  
SUNY Health Science Center at Brooklyn  
Director, Division of Plastic Surgery  
Maimonides Medical Center  
Brooklyn, New York

**Луис М. Феррейра (LUIS M. FERREIRA, MD)**

Staff, Vascular Surgery Department  
Instituto Cardiovascular de Buenos Aires  
Buenos Aires, Argentina

**Джули А. Фрайшлаг (JULIE A. FREISCHLAG, MD)**

Medical College of Wisconsin  
Milwaukee, Wisconsin

**Генри Хаймович (HENRY HAIMOVICI, MD)**

Former Foreign Corresponding Member  
French National Academy of Medicine  
Paris, France  
Former Clinical Professor Emeritus of Surgery  
Albert Einstein College of Medicine at Yeshiva University  
Former Senior Consultant and Chief Emeritus  
of Vascular Surgery  
Montefiore Medical Center  
New York, New York

**Бенджамин Б. Ханг (BENJAMIN B. CHANG, MD)**

Assistant Professor of Surgery  
Albany Medical College  
Attending Vascular Surgeon  
Albany Medical Center Hospital  
Assistant Professor of Surgery  
Albany, New York

**Даниель Дж. Хар (DANIEL J. CHAR, MD)**

Assistant Clinical Instructor of Surgery  
Division of Vascular Surgery  
Stony Brook University Hospital  
Stony Brook, New York

**Анил Хингорани (ANIL HINGORANI, MD)**

Clinical Assistant Professor  
State University of NY – Brooklyn  
Attending Surgeon  
Maimonides Medical Center  
Brooklyn, New York

**Ашер Хиршберг (ASHER HIRSHBERG, MD)**

Associate Professor of Surgery  
Michael E. DeBakey Department of Surgery  
Baylor College of Medicine  
Director of Vascular Surgery  
Medical Director, Non-invasive Vascular Laboratory  
Ben Taub General Hospital  
Houston, Texas

**Роберт У. Хобсон (ROBERT W. HOBSON, II, MD)**

Professor of Surgery and of Physiology  
Division of Vascular Surgery  
Department of Surgery  
University of Medicine and Dentistry of New Jersey  
New Jersey Medical School  
Newark, New Jersey

**Ким Дж. Ходгсон (KIM J. HODGSON, MD)**

Division of Peripheral Vascular Surgery  
Southern Illinois University School of Medicine  
Springfield, Illinois

**Л. Х. Холлиэр (L. H. HOLLIER, MD, FACS, FACC, FRCS (Eng))**

Julius Jacobson Professor of Vascular Surgery  
Mount Sinai School of Medicine  
President  
The Mount Sinai Hospital  
New York, New York

**Фредерик Л. Хофф (FREDERICK L. HOFF, MD)**

Assistant Professor of Radiology  
Department of Radiology  
Northwestern University Medical School  
Chicago, Illinois

**Карбер К. Хуанг (CARBER C. HUANG, MD)**

Endovascular Fellow, Division of Vascular Surgery  
UCLA School of Medicine  
Los Angeles, California

**Якоб Цинеймон (JACOB CYNAMON, MD)**

Maimonides Medical Center  
Brooklyn, New York

**Андрес Шанцер (ANDRES SCHANZER, MD)**

Surgical Resident, Department of Surgery  
University of California at Davis  
UCD Medical Center  
Sacramento, California

**Гарри Шанцер (HARRY SCHANZER, MD, FACS)**

Clinical Professor of Surgery  
Mount Sinai School of Medicine  
Attending Surgeon  
Mount Sinai Hospital  
New York, New York

**Томас А. Шастер (THOMAS A. SHUSTER, DO)**

Vascular Surgery Fellow, Department of Surgery  
University of Missouri – Columbia  
Vascular Fellow, Department of Surgery  
University of Missouri Health Care  
Columbia, Missouri

**Дирай М. Шээ (DHIRAJ M. SHAN, MD)**

Director, The Vascular Institute  
Professor of Surgery  
Associate Professor of Physiology and Cellular Biology  
Albany Medical College  
Albany, New York

**Джеймс М. Эдвардс (JAMES M. EDWARDS, MD)**

Associate Professor of Surgery, Division of Vascular Surgery  
Oregon Health Sciences University  
Chief of Surgery, Portland Veterans Affairs Medical Center  
Portland, Oregon

**Самуэль С. Эн (SAMUEL S. AHN, MD, FACS)**

Clinical Professor of Surgery  
UCLA School of Medicine  
Attending Surgeon  
UCLA Center for the Health Sciences  
Division of Vascular Surgery  
Los Angeles, California

**Келвин Б Эрнст (CALVIN B. ERNST, MD)**

Clinical Professor of Surgery  
University of Michigan Medical School  
Head, Division of Vascular Surgery  
Henry Ford Hospital  
Detroit, Michigan

**Джеймс С. Т. Яо (JAMES S.T. YAO, MD, PhD)**

Magerstadt Professor of Surgery  
Northwestern University Medical School  
Attending Surgeon  
Northwestern Memorial Hospital  
Chicago, Illinois

---

# Глава 1

## Памяти Генри Хаймовича: сентябрь 1907 г. – июль 2001 г.

Франк Дж. Вайт, Энрико Ашер

Десятого июля 2001 г. сосудистая хирургия потеряла одного из своих основателей, Генри Хаймовича, чью замечательную жизнь драматически изменили потрясения, связанные со Второй мировой войной, и который придал академический блеск работе сосудистых хирургов.

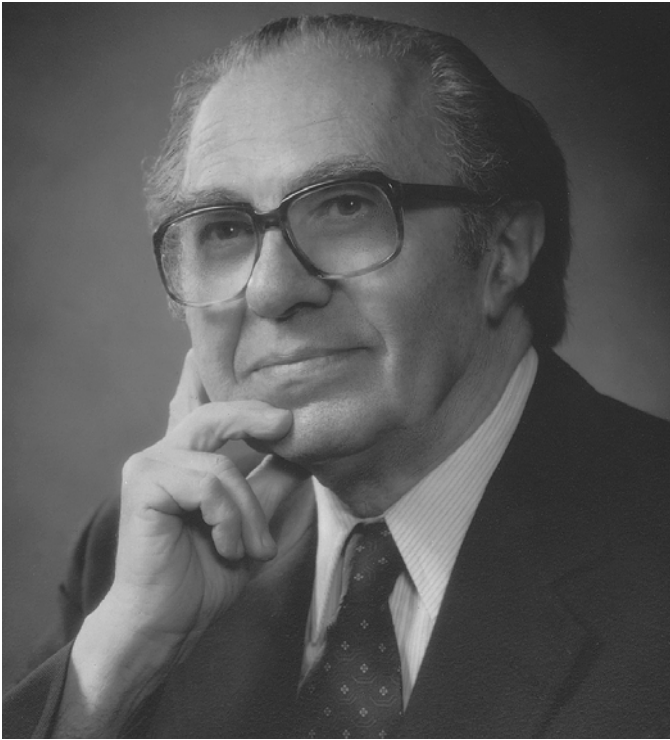
Генри Хаймович родился на берегах Дуная в Румынии, 7 сентября 1907 г. После окончания начальной школы в Тулче (Румыния), недалеко от Черного моря, молодой Генри в возрасте 20 лет отправился в Марсель (Франция), где получил свое первое медицинское образование и подготовку в резидентуре – сначала по всем специальностям, а потом по общей хирургии. Уже тогда это был способный студент и пылкий ученый. В самом начале своей карьеры он проявил интерес к сосудистой хирургии, и его диссертация на получение медицинской степени по окончании обучения под названием «Артериальная эмболия конечностей» оказалась единственной, получившей награду. Уровень диссертации был столь высок, что руководивший в то время обучением Генри профессор Jean Fiolle предлагал опубликовать ее в виде монографии. Что и было сделано с предисловием ведущего сосудистого хирурга Rene Leriche, ставшего одним из первых покровителей и сторонников Генри. Содержание книги привлекло внимание другого первопроходца сосудистой хирургии, Geza de Takats, который рекомендовал перевести ее на английский язык с тем, чтобы «эта блистательная работа стала доступной каждому».

Еще во время обучения Генри Хаймович проявил интерес к проблеме венозной гангрены. Он первым опубликовал клиническое наблюдение такого состояния, а в последующем классическую монографию «Ишемический венозный тромбоз», известную также под более популярным названием «Phlegmasia cerula dolens».

Сразу после завершения резидентуры д-р Хаймович был выбран деканом медицинской школы и направлен в новый институт неврологии и нейрохирургии, который планировался как совместный проект с фондом Рокфеллера. Для подготовки к этой руководящей должности д-р Хаймович был направлен в США изучать нейрофизиологию в Гарвардском университете под руководством доктора Walter B. Cannon, самого известного физиолога Америки. За время своей годичной стажировки у д-ра Cannon Генри опубликовал ключевые работы по эффектам моторной и симпатической денервации и регенерации. Он всегда считал д-ра Cannon самым выдающимся наставником, а время, проведенное с ним – как самое продуктивное. Во время пребывания в США д-р Хаймович встретился со всеми ведущими специалистами в области нейрохирургии Северной Америки и планировал пройти дальнейшую подготовку по нейрохирургии, прежде чем вернуться на престижную должность в Марселе.

Однако все планы д-ра Хаймовича нарушила Вторая мировая война. Он записался во французскую армию, но после капитуляции Франции решил принять приглашение д-ра Cannon и вернуться в США. Его эвакуация из Франции оказалась сопряженной с большим числом происшествий и продолжалась два года. За это время доктор Cannon ушел в отставку. В итоге Генри Хаймович вернулся в госпиталь Бет Израель в Бостоне в 1942 г., где работал с такими выдающимися учеными, как Rene Dubos и Jacob Fine, над проблемами инфекции, токсического шока и влияния желатина на предупреждение тромбоза поврежденных вен.

После двух очень продуктивных лет, проведенных в Бостоне, д-р Хаймович переехал в Нью-Йорк, где женился на молодом докторе биохимии, Nelicia Maier. Уже вдвоем с женой они продолжили изучение метаболизма пораженных атеросклеро-



**Рис. 1.1.** Генри Хаймович.

зом артерий – области, в которой он продолжал работать на протяжении всей своей карьеры.

В 1945 г. в Нью-Йорке д-р Хаймович, работавший в то время сосудистым хирургом в госпитале Mount Sinai, занял должность руководителя отдела сосудистой хирургии в Медицинском центре Монтефиоре. За время работы в этих двух учреждениях он продолжал публиковать результаты важных работ, связанных с физиологией автономной нервной системы, ее медиаторами и блокирующими их препаратами, сосудистыми проблемами, такими как болезнь Бюргера и атеросклероз. Его работы были опубликованы в ведущих медицинских и физиологических журналах того времени.

Академическая деятельность д-ра Хаймовича распространилась далеко за рамки его высококачественных оригинальных исследований. Кроме более 200 статей в журналах и глав в книгах доктор Хаймович стал автором или редактором более 10 книг. Его монография о метаболических осложнениях острой артериальной окклюзии и связанных с этим состояниях, опубликованная в 1988 г., в наше время считается классической. Его *Сосудистая хирургия: принципы и методики*, впервые опубликованная в 1976 г., рассматриваемая как наиболее полное руководство в области сосудистой хирургии, была опубликована на испанском. Первые четыре издания этой книги д-р Хаймович отредактировал сам.

Несмотря на все успехи, наиболее значимым достижением Генри Хаймовича была его роль в основании Международного



**Рис. 1.2.** Хаймович на кафедре физиологии Гарвардской медицинской школы, 1939 (пятый слева, во втором ряду).

общества сосудистой хирургии (ISCVS). В марте 1950 г. д-р Хаймович, занимавший пост редактора журнала *Ангиология*, стал инициатором создания Международного общества ангиологии. Он обсудил этот план с Rene Leriche, который стал первым президентом этой организации. Целый ряд выдающихся сосудистых хирургов всего мира стали членами этого общества, а д-р Хаймович — первым генеральным секретарем этой организации и написал для нее устав, предусматривавший создание региональных отделений. В 1952 г. первая конференция Североамериканского отделения ISCVS (в настоящее время — Американская ассоциация сосудистой хирургии) состоялась в Чикаго. Первым президентом отделения был избран Emile Holman, а Генри Хаймович — первым секретарем-казначеем. В это же время он занимал пост генерального секретаря этой международной организации (1950–1963).

На этом посту д-р Хаймович организовал первые четыре двухгодичных международных конгресса, инициировал изменение названия Общества в 1957 г. на Международное общество сердечно-сосудистой хирургии и основал Журнал сердечно-сосудистой хирургии. Он служил объединяющим соредактором издания с 1960 г. по 1973 г. и до самой своей смерти оставался редактором-консультантом.

Генри Хаймович достойно выполнял обязанности президента Североамериканского отделения ISCVS с 1959 по 1960 г. В качестве приглашенного профессора он работал во многих странах мира, был удостоен девяти почетных степеней. В 1986 г.



Рис. 1.3. Хаймович (в центре) во французской армии, 1940.



Рис. 1.4. Хаймович (второй справа) во Французской национальной медицинской академии, 1986.

он был избран членом-корреспондентом Французской национальной академии медицины — поистине уникальная честь для американского хирурга.

В свои 93 года Генри Хаймович продолжал оказывать академическое влияние на становление хирургии по всему миру. Он помог утвердить сосудистую хирургию как отдельную специальность и внес огромный научный вклад в ее развитие. Ведущий сосудистый хирург, по крайней мере, двух стран, он имел

широкую известность и пользовался повсеместным уважением. Это был истинный ученый-хирург с энциклопедическим знанием литературы по сосудистой тематике, талантливый редактор и писатель с организационным опытом, которым обладали лишь немногие ученые. Генри Хаймович был коллегой и другом, об утрате которого мы продолжаем скорбеть, несмотря на то, что его имя надолго останется в памяти всех сосудистых хирургов.

---

# Раздел I

## Техника визуализации

---

# Глава 2

## Ультразвуковое дуплексное сканирование

Д. Эйджен Стрэнгнис

За прошедшее десятилетие отмечен неуклонный рост возможностей в диагностике сосудистых заболеваний. Большая роль в этом принадлежит ультразвуковому дуплексному сканированию [1, 2]. Сочетая режим визуализации и импульсного доплеровского ультразвука, данный метод способствует диагностике всех основных сосудистых нарушений и предоставляет информацию для определения дальнейшей тактики лечения этих пациентов. Для некоторых состояний, таких как тромбоз глубоких вен, это исследование как инструмент диагностики существенно заменило флебографию. Ультразвуковое дуплексное сканирование начинает замещать артериографию во многих областях, таких как каротидная, а также при заболеваниях периферической локализации (см. гл. 3). Подобные успехи будут появляться и в других областях. Эта глава представляет основные области, в которых может применяться ультразвуковое дуплексное сканирование не только для диагностики, но и для наблюдения. Современное дуплексное сканирование состоит из двух основных модулей, которые могут использоваться совместно для сбора необходимой диагностической информации [3]. Существенные элементы заключаются в следующем.

### Режим визуализации

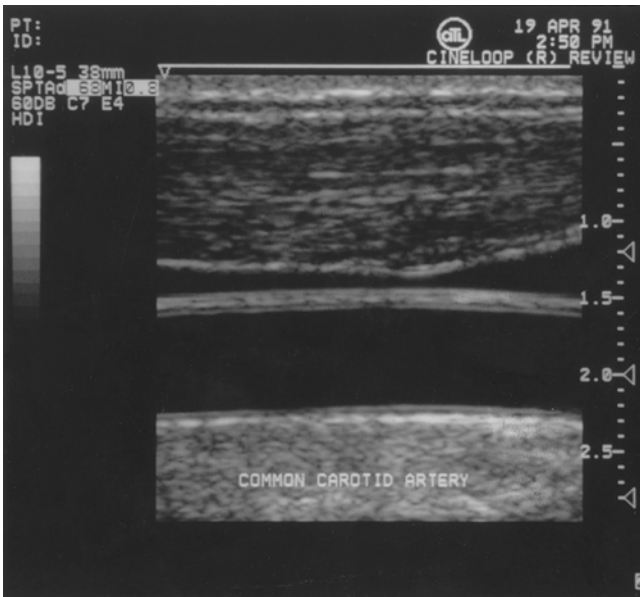
Ультразвук, отражаясь от тканей, дает возможность локализовать и охарактеризовать структуры с различным акустическим импедансом. Датчик состоит из пьезоэлектрических кристаллов, преобразующих электрическое напряжение в ультразвуковую вибрацию. Звук, отражаясь от тканей, воспринимается аппаратом и вновь преобразуется в электрический сигнал. Для поверхностно расположенных тканей этот процесс происходит быстрее, чем для расположенных глубоко. Время возврата сигнала обусловлено не толь-

ко расстоянием между тканью и источником ультразвука, но и скоростью последнего в тканях, которая сильно зависит от исследуемой ткани. В медицинском УЗИ используемая скорость в мягких тканях достигает 154 см/с. Яркость возвращенного эхо-сигнала определяется длиной и амплитудой звука, отраженного от исследуемых тканей.

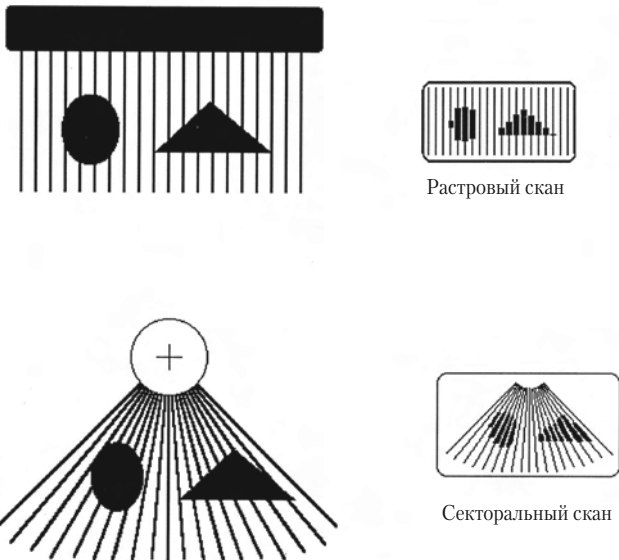
Большинство проблем, возникающих при визуализации, — искажение изображения [4]. Импульсное изображение подразумевает, что ультразвук проникает через ткани и возвращается вдоль линии расположения датчика. Однако вследствие различной скорости ультразвука в тканях звук может отклоняться и изменяться, что бывает причиной неправильной локации, особенно в латеральной области изображения. Если ультразвуком луч перпендикулярен объекту, такой тип искажения не возникает. Это важно для специалиста, выполняющего УЗИ. Анализ изображения всегда лучше для тех тканей, которым луч перпендикулярен. Например, в средней части изображение более четкое, чем в латеральной части скана (рис. 2.1).

Формат сканирования должен быть понятен для оценки полученного изображения [4]. На рис. 2.2 представлено два из возможных подхода. На растровом формате сканирования все исходящие лучи параллельны, несмотря на то что все они в секторе скана исходят из одной точки источника. Потенциальное преимущество растрового формата показано на рис. 2.3. В кровеносных сосудах изображение параллельно коже и находится под прямым углом к сканируемым лучам, что оптимально для получаемого изображения. Однако если сосуд имеет изгиб относительно этой параллельной плоскости, качество изображения может быть искажено и некоторые структуры, такие как двойные линии, представляющие толщину интимы-медиа, могут казаться непротяженными. В секторальном режиме оптимальная область изображения ограничена (рис. 2.4). Каждый из этих форматов



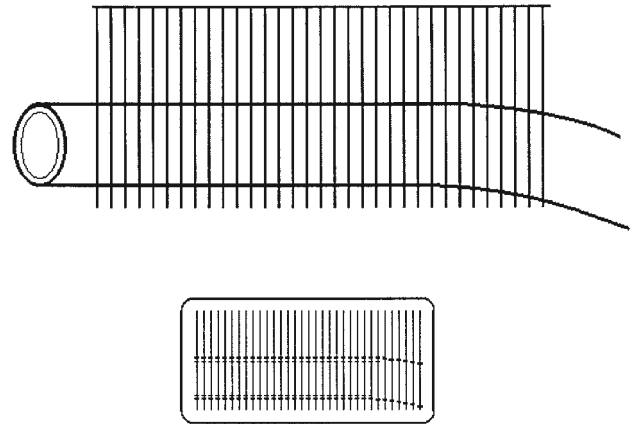


**Рис. 2.1.** На УЗ-изображении представлена общая сонная артерия, лучше визуализирующаяся в левой части скана. В этой точке ткани артериальной стенки перпендикулярны к УЗ-лучу.

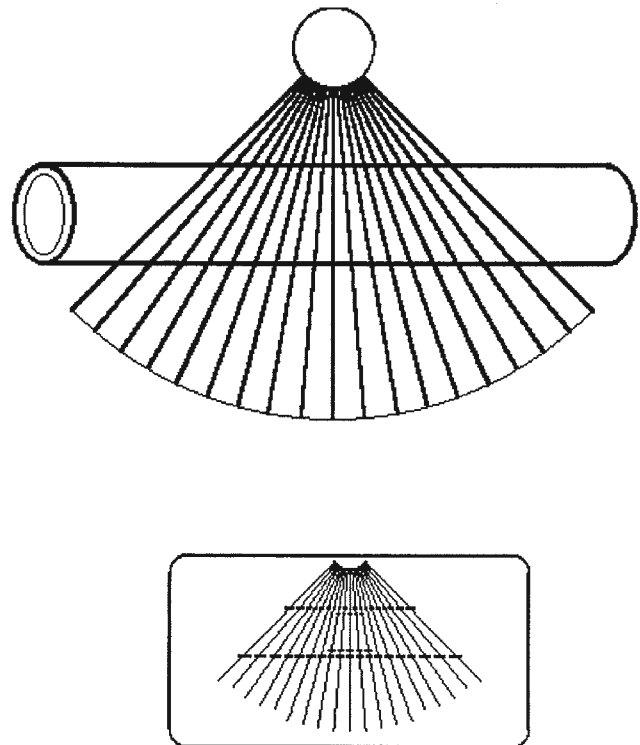


**Рис. 2.2.** В растровом формате сканирования все сканированные линии параллельны и все изображения также параллельны. Сканированные лучи исходят из различных точек между кристаллами датчика. В секторальном формате сканирования сканированные лучи исходят из небольшого участка датчика. (С разрешения из Beach KW, Appendix. In: Strandness DE, Jr. Duplex scanning in vascular disorders, 2nd edn. New York: Raven Press, 1993:284.)

имеет преимущество в зависимости от точки приложения. Существуют множественные варианты функционирования датчика, создающего кольцо из электронных лучей, представленных вогнутыми и изогнутыми линиями, исходящими из него, имеющими специфическое применение в зависимости от цели. Подробнее данный вопрос изучен Beach [4].



**Рис. 2.3.** В растровом формате сканирования артерии параллельны поверхности кожи; дублирующие линии задней стенки артерии, которая представлена комбинацией интимы и меди, могут быть визуализированы по всей длине скана. (С разрешения из Beach KW, Appendix. In: Strandness DE, Jr. Duplex scanning in vascular disorders, 2nd edn. New York: Raven Press, 1993:285.)



**Рис. 2.4.** В секторальном формате сканирования дублирующие линии представлены интимой и меди, визуализирующимися только на ограниченном участке скана. (С разрешения из Beach KW, Appendix. In: Strandness DE, Jr. Duplex scanning in vascular disorders, 2nd edn. New York: Raven Press, 1993:285.)

Хотя формат сканирования важен, необходимо понимать роль передающей частоты, область ее применения, влияние на жизнедеятельность систем организма [4]. Важно получить изображение с максимально возможным разрешением. Для поверхностных структур высокая передающая частота в 5 МГц — удовлетворительная, но для глубоких структур, таких как почечная артерия, необходи-

ма более низкая передающая частота в 2–3,5 МГц. Ослабление ультразвукового сигнала с уменьшением частоты способствует лучшей визуализации глубоких структур.

## Эффект Доплера

Доплеровский ультразвук используется почти всеми современными импульсными ультразвуковыми системами, что позволяет селективно оценить поток из любой точки между ультразвуковыми лучами [5]. Как и при режиме визуализации, зная скорость звука в мягких тканях, возможно расположить возвращенные (отраженные) сигналы и оценить их скорости потока от тканей, находящихся на любой глубине, что достижимо с использованием ультразвукового частотного датчика. Размер звукового пакета (контрольный объем) для всех импульсных систем может варьировать в зависимости от области применения. Контрольный объем имеет как длину, так и ширину. Длина определяется продолжительностью звукового потока, а ширина — фокусными характеристиками датчика (рис. 2.5).

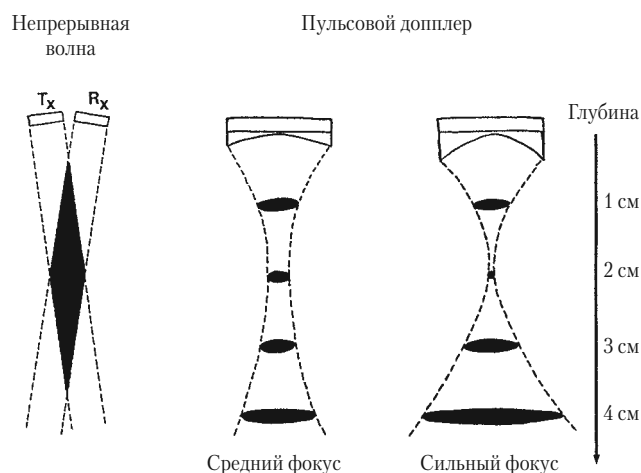
Размер пробного (контрольного) объема может быть приспособлен пользователем, так как это важно для исследования [6].

1. При исследовании артерий, таких как сонные и бедренные, по возможности используют небольшой размер контрольного объема. Если выборочный объем окружает всю артерию, полученный сигнал будет идентифицироваться как полученный при непрерывном доплеровском ультразвуке. Основы этого исследования представлены на рис. 2.6. При нормальной артериальной стенке скоростной градиент очень высокий и в результате записывается широкий диапазон частот. Это широкий скоростной спектр [7, 8]. Как отмечено, спектральное расширение не регистрируется при пробном (контрольном) объеме, расположенном в центре потока общей сонной артерии. Такая ситуация может вызвать путаницу при каждой попытке использования спектрального расширения как важного параметра для диагностики стеноза сонной артерии, что будет в деталях объяснено позже.
2. Большой контрольный объем приемлем, когда исследуется артерия при пробе во время дыхания. Лучшим примером этого являются почечная, чревная, печеночная, селезеночная и брыжеечные артерии. С большим контрольным объемом поток можно мониторировать во время полного дыхательного цикла, избегая потери неустойчивого сигнала во время движения при контрольном объеме вне и в артерии.

Важным различием между импульсными и непрерывными волновыми системами является проблема совмещения. Nyquist отметил, что для получения правильного изображения необходимо иметь, по крайней мере, один образец для каждого пика и один для каждого плато волновой волны.

По этой причине контрольная частота (повторная импульсная частота (ПИЧ)) должна, по крайней мере, дважды передаваться с помощью импульсного доплера. Так, если в одном случае может использоваться доплер с исходящей частотой 5 кГц, то в другом необходимо использовать исходящую частоту 10 кГц. Если доплеровский датчик превышает это ограничение, частота, которая превышает 5 кГц, будет отражаться ниже линии нулевой частоты (рис. 2.7).

Одним из простых способов решения проблемы является повышение ПИЧ датчика. Другой способ — уменьшить передающую



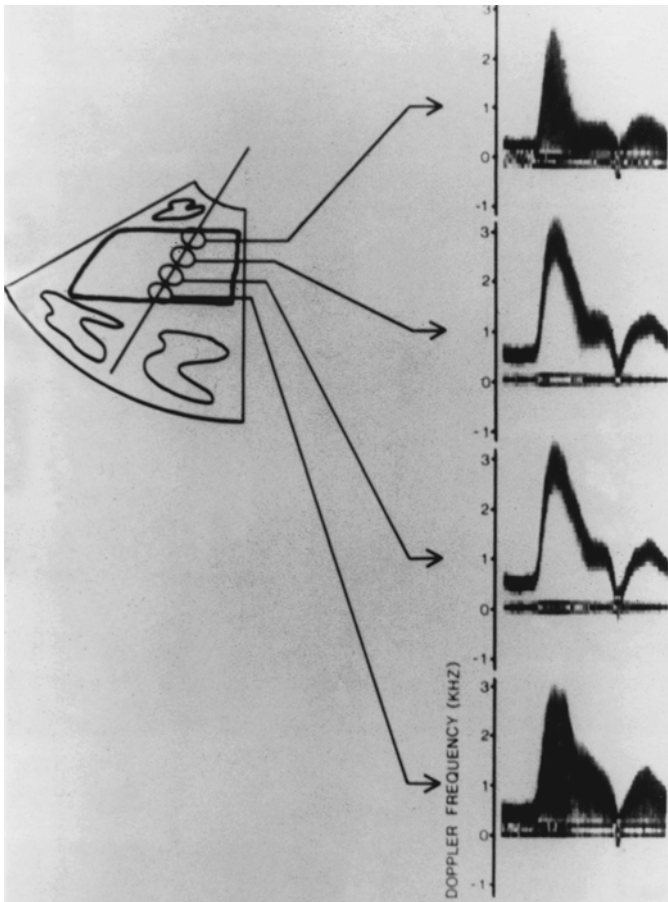
**Рис. 2.5.** Область в тканях, инsonирующаяся непрерывным волновым доплером, контрастируется с тканями, инsonирующимися пульсовой системой. Отмечена ширина контрольного объема, которая определяется по степени фокуса датчика. (С разрешения из Strandness DE, Jr. Duplex scanning in vascular disorders, 2nd edn. New York: Raven Press, 1993:284).

частоту датчика. Наконец, возможно изменение базовой частоты, которая сдвигает порцию возвратного потока, показывая лоцирующийся передний поток. Этот метод довольно общий и используется в имеющихся в распоряжении системах.

Методы, использующие сигнал, полученный от эффекта доплера, одни из передовых в данной области. Удобно записывать показатели скорости, так как они могут быть проанализированы в формате, в котором отражаются все изменяющиеся показатели доплеровского спектра. Самым многосторонним методом в использовании является Fourier — трансформирующий спектральный анализ (FFT) [4, 8]. Этот метод становится стандартным для отображения всех доплеровских показателей как в непрерывных, так и в импульсных волновых системах. На дисплее частота (скорости) расположена на оси ординат, время — на оси абсцисс. Он также содержит информацию об интенсивности возвращенных ультразвуковых лучей, но для клинических целей эта информация не используется.

Для решения практических задач в основном полезны клинические данные об изменениях скорости, более чувствительные к изменениям в пораженных сосудах. Как было показано, скоростные критерии в большинстве своем используются для определения и градации степени сужений в артериях [3, 9]. Другие авторы чаще используют спектральное расширение. Если поток крови ламинарный и запись проводится из центра потока артерии, то площадь под систолическим пиком будет чистой [6–8]. В других случаях, если поток крови турбулентный и эритроциты движутся хаотично, то универсальная форма скорости и площадь систолического «окна» будут заполнены [10]. Однако спектральное расширение используется меньше в результате его естественного низкого качества. Для интерпретации его свойств необходимо знать, для каких участков артерии поток может быть окрашен и какой лучший размер для контрольного объема может быть использован (см. рис. 2.6).

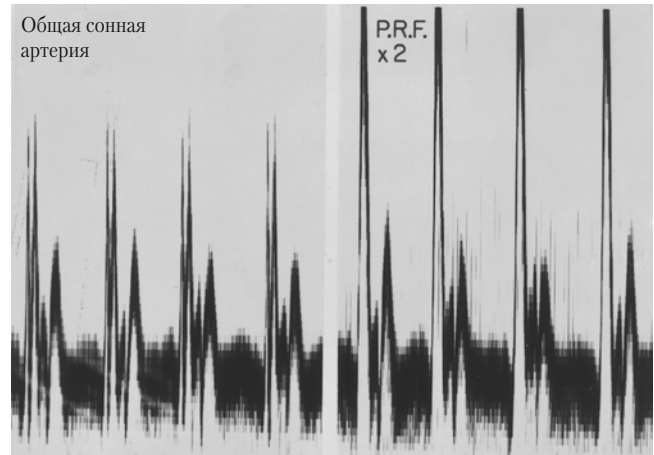
Если используется непрерывный волновой ультразвуковой доплер, будут зарегистрированы все скоростные показатели в



**Рис. 2.6.** Эта запись скорости произведена при показателях в среднем 16 сердцебиений, взятых за контрольный объем, и движения от закрытой передней стенки общей сонной артерии к просвету артерии и к задней стенке артерии. Около стенок спектр «заполнен» (спектральное разделение) из-за очень крутого скоростного градиента скорости около стенки. (С разрешения из Strandness DE, Jr. Duplex scanning in vascular disorders, 2nd edn. New York: Raven Press, 1993:SG.)

пределах ультразвукового луча [6]. Так как скорость потока около стенки артерии меньше, то в центре артерии регистрируемая скорость, включая пиковую, повышается. В другом случае, при применении импульсного доплеровского ультразвука, если используется большой контрольный объем, который отражает выходную площадь пересекаемой артерии, эта площадь может быть оценена с помощью непрерывного волнового доплера и будет отражать разные типы FFT-изображений. Верно и то, что, определяя предпочтительность к применению, специалист по ультразвуку использует разный размер контрольного объема. К примеру, в случае исследования сонной артерии лучше использовать малый контрольный объем [10]. При исследовании почечной артерии часто требуется большой контрольный объем для тщательно непрерывно регистрирующихся скоростных показателей в каждый дыхательный цикл. Если используется малый контрольный объем, то движение потока в артерии будет направлено от и к контрольному объему во время дыхания [11].

В теории можно регистрировать скорости с помощью доплеровских методов; важно кратко показать некоторые величины и проблемы данного метода. Главные факторы, определяющие регистрацию скорости, — передающая частота и угол между зву-



**Рис. 2.7.** Ступенчатая форма волны наблюдается при использовании импульсного доплера и записывается частота, превосходящая пульсовую повторяющуюся частоту (PPF) пульсовой системы. Слева отмечается наложение спектров пиковых скоростей, которые корректируются дублированием пульсовой повторяющейся частоты, показанной справа. (С разрешения из Strandness DE, Jr. Duplex scanning in vascular disorders, 2nd edn. New York: Raven Press, 1993:20.)

ковым лучом и вектором скорости [12]. Выбор передающей частоты определяется в зависимости от зоны применения. Для поверхностных сосудов используется высокая частота излучения (5–10 МГц), для глубоких — низкая (2,0–3,5 МГц).

Угол измерения в связи с вариабельностью наиболее труден для контроля при транскутанном использовании метода. Идеальным было бы направление звукового луча прямо к центру потока в артерии параллельно скоростным векторам. Когда такое направление возможно, требующийся угол звукового луча равен нулю, косинус объема равен 1. Однако в клинической практике должен оцениваться угол звукового луча, который может быть определен расчетом уточняющей скорости. Это выполняется автоматически при использовании дуплексных сканеров. Одна из са-

**Таблица 2.1.** Частота доплера и «угол-установленная» скорость для общей сонной артерии

Случайный угол (%)	Доплеровская частота (кГц)	«Угол-установленная» скорость
40	4,732	97
50	4,299	105
60	3,726	117
70	3,180	145

**Таблица 2.2.** Частота доплера и «угол-установленная» скорость для поверхностной бедренной артерии

Случайный угол (%)	Доплеровская частота (кГц)	«Угол-установленная» скорость
40	3,561	73
50	2,906	71
60	2,292	72
70	1,524	70

[ . . . ]