

201012001B

厚生労働科学研究費補助金

医療機器開発推進研究（医工連携研究推進基盤研究）事業

循環器系DRYラボセンターの創設と

ENGINEERING BASED MEDICINE (EBM) の推進

(H20-医工一般-001)

平成20～22年度 総合研究報告書

研究代表者 梅津 光生

平成23（2011）年 5月

目 次

I. 総括研究報告書

循環器系 DRY ラボセンターの創設と ENGINEERING BASED MEDICINE (EBM) の推進 梅津光生 1
--	---------

II. 分担研究報告

1. 技能研修室 加瀬川均 青見茂之 3
2. GLP 対応実験室 岩崎清隆 山崎健二 4
3. 医療情報解析室 八木高伸 銭逸 村垣善浩 5

III. 研究成果の刊行に関する一覧表 6
---------------------	---------

厚生労働科学研究費補助金（医工連携研究推進基盤研究事業）総合研究報告書

循環器系 DRY ラボセンターの創設と ENGINEERING BASED MEDICINE (EBM) の推進

研究代表者 梅津 光生 早稲田大学理工学術院 教授

要旨：大動物や死体を用いたシステム化された外科訓練センター、すなわち WET ラボが米国を中心に多く存在するが、動物実験や臓器の使用がだんだん難しくなる中で我国においては、現在の WET ラボ機能は十分とはいえない。そこに参加する以前に十分に訓練をして手技を磨き、その後、全国の WET ラボを有効に利用するという位置づけが現実的かつ有効であると考え、ここでは WET に対して DRY を提案し、早大・女子医大連携施設（ツインズ）内に循環器系シミュレータ技術を用いた DRY ラボセンター（技能研修室、GLP 対応実験室、医療情報解析室）を創設した。本研究終了時において、技能研修室では、冠動脈バイパス手術トレーニングが恒常化し、年間のべ 120 名の若手臨床医が参加している。トレーニング装置も国内約 80 施設に普及し、外科手技の定量評価に大きな注目が集まっている。GLP 実験室では、ステントや補助人工心臓等の性能および市販後デバイスの使用方法を科学的評価をベースに定量化することが、臨床導入の際に治療機器をより安全に有効に使うための科学的データとして企業や医師に浸透してきた。2010 年度では、ラボ全体で国内企業を中心に約 30 社から受託研究の依頼や技術相談がある。医療情報解析室では、実験結果をベースに計算科学の精度を検証し、効果の限界を明確化していく段階に到達した。心臓外科医や循環器内科医のなかには血流シミュレーションを診断・治療の参考にする場面が出始めた。ラボ全体で、定期ラボと全国での教育講演を精力的に展開し、総計でのべ 1000 人規模の参加を達成し、申請時の目標を定めに達成することができた。

（研究分担者）

岩崎清隆 早大高等研究所 准教授
 銭逸 早大理工学研究所 教授
 八木高伸 早大理工学術院 助手
 加瀬川均 早大生命医療工学研究所 教授
 山崎健二 東京女子医大 教授
 青見茂之 東京女子医大 准教授
 村垣善浩 東京女子医大 准教授

A. 研究目的

医療工業の総合的知識・技術を実践教育する DRY ラボを構築する。大規模な人材育成を促すべく教育の恒常化を達成することを目的とした。

B. 研究方法

ツインズに体験型教育環境 1) 技能研修室、2) GLP 対応実験室、3) 医療情報解析室を創設し、定期ラボ、教育セミナーを通して実践的で魅力ある教育を

表 1 各年の教育実績のまとめ

	2008年度	2009年度	2010年度
技能研修室	A) 冠動脈バイパス術トレーニング装置を用いた基本手技の反復練習 ・対象：若手臨床医 ・人数：一回あたり1-5人@ツインズ ・回数：年50回 ・参加者：100人 B) 留針シミュレータを用いた非形成術評価 ・対象：心臓外科医、医療機器企業 ・人数：一回あたり5-40人 ・回数：年4回 ・参加者：70人(25社)	A) 冠動脈バイパス術トレーニング装置を用いた若手臨床医の長期訓練効果の検証 ・対象：若手臨床医 ・人数：一回あたり1-5人@ツインズ ・回数：年50回 ・参加者：150人 ・個人で100以上の定期訓練経験者 ・長期訓練で体力損失が低下する傾向を確認 ・学会と連動した普及活動の開始 ・日本冠動脈学会で国内トップ外科医5名による体験型教育セミナー（参加者20名、聴衆200名） ・単位認定制度への議論開始	A) 手術トレーニングの普及と技量向上の定量評価法の提案 ・対象：若手臨床医 ・人数：一回あたり1-5人@ツインズ ・回数：年50回 ・参加者：120人 ・当該装置の普及が国内80施設に到達 ・マイクロCTと数値流体力学を用いた手技の定量評価法の確立 ・関連学会と連動した普及戦略（参加者計380名） ・冠動脈外科学会、日本心臓血管外科学会、日本冠動脈学会、米国胸心臓病学会等
GLP対応実験室	A) 治療機器の性能評価技術 ・対象：医療機器企業、心臓・脳外科医 ・人数：5-40人 ・回数：年4回 ・参加者：70人(25社) ・治療機器の流体力学試験 ・ステント耐久性試験 ・バイオマテリアルの抗血栓性試験	A) ステント耐久性に関して ・対象：循環器内科医、医療機器企業 ・全国での教育講演 ・回数：年10回 ・参加者：500名 ・ステント耐久性評価環境の整備完了 ・国内外の医療機器審査官の見学 ・ISO規格化へ向けた議論開始 B) ステント使用方法（至差拡張法）に関して ・三回拡張法の有効性をDRYラボで実証 ・九州三分の一、約100施設で三回拡張法の採用	A) 治療機器の性能評価技術 ・対象：循環器内科医、医療機器企業 ・全国での教育講演 ・回数：年10回 ・参加者：500名 ・医療機器企業から受託・相談増加（全体で30社） ・非臨床技術の標準化に向けた流れ（ISO TC194 ワーキンググループ）へ選出（血液適合性） B) ステント使用方法（至差拡張法）に関して ・2011年5月現在全国200施設超が三回拡張採用 ・DRYが臨床へ、着実な成果
医療情報解析室	A) 血流モデリング・シミュレーション ・対象：医療機器企業、心臓・脳外科医 ・人数：5-40人 ・回数：年4回 ・参加者：70人(25社) ・レーザーによる三次元流体可視化技術 ・脳動脈瘤の血流評価と破裂予測	A) 血流モデリング・シミュレーション ・対象：医療機器企業、心臓・脳外科医 ・人数：5-40人 ・回数：年3回 ・参加者：120人 ・レーザーによる三次元流体可視化技術 ・脳動脈瘤の血流評価と破裂予測 ・医用画像講習会（BME若手研究者、40名） ・レーザー可視化技術（心臓・脳科、10名） ・血管モデル講習会（脳外科、放射線科、10名）	A) 血流モデリング・シミュレーション ・対象：医療機器企業、心臓・脳外科医 ・教育講演年3回 ・参加者300名 ・脳動脈瘤の血流評価と破裂予測 ・先天性小児心臓外科手術の評価と手術支援 ・冠動脈ステント術の血流評価
各年の教育実績のまとめ	・各社シミュレータ技術の洗練化 ・教育機会への参加総数170名	・教育機会への参加総数850人規模 ・DRYラボの将来開閉およびEBMの推進、と題してキックオフシンポジウムの開催（BME有識者、医療機器審査官、80名参加） ・開発されたシミュレータが早大・女子医大共同大学院の教育ツールとして使用され始めた。	・ツインズトレーニング環境の恒常化 ・教育機会への参加総数1000人超規模 ・既承認および未承認デバイス全体で受託研究、技術相談はラボ全体で30社（DRYラボの浸透）

循環器系DRYラボセンター

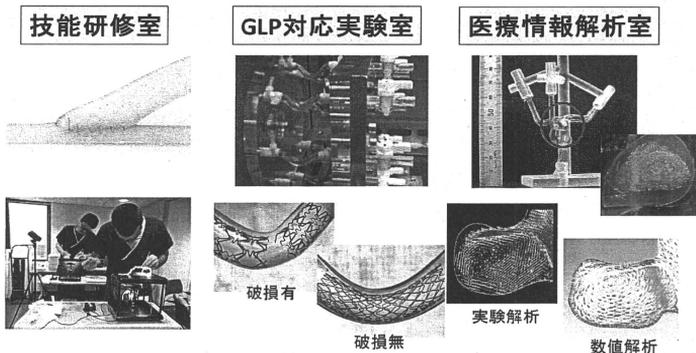


Fig.1 循環器系DRYラボセンター（早大・女子医大共同研究施設ツインズ）

左：冠動脈バイパス手術トレーニング，中：ステント耐久性試験，右：脳動脈瘤血流シミュレーション

全国に普及し恒常化させる。

C. 結果

教育実績を表1にまとめ、各部署での研究課題に関しては分担報告書に記載する。魅力ある教育は、教育を普及させ、恒常化させていく上で極めて重要である。そこで、各部署ではオリジナルである学術研究を同時に推進してきた（Fig.1）。このような取り組みから、医療機器企業からの受託研究や技術相談が増加し、最終年度には30社に及んでいる。技能研修室では、若手臨床医、GLPでは循環器内科医、医療情報解析室では、心臓・脳外科医、と教育セミナーに参加した臨床医の多様性は、DRYラボによる分野の垣根を超えた新たな出会いの実現を果たした。このような取り組みから、関連学会と連動した手術トレーニングの普及や非臨床技術の標準化に向けた取り組みが加速化している。ステントの至適拡張法に関しては、DRYラボで実証された三回拡張法が、現在ですべてに全国200施設超に普及している。DRYから臨床へ、という着実な成果である。治療機器そのものの性能も大事だが、安全・安心な使用方法を科学的に定量評価していくことが、臨床でのリスク低減を図っていくうえで有効かつ合理的な方法であることが臨床医に浸透してきている。

D. 結論

技能研修室、GLP対応実験室、医療情報解析室、のそれぞれ特徴の異なる体験型教育・研究環境を整備した。技能研修室では、シミュレータによる基礎手技の反復練習から、複雑手技の訓練、最先端医療機器の操作方法を含めた教育環境を提供できる。GLP対応実験室では、医療機器の評価の要となる、1) 血力学特性、2) 生体適合性、3) 長期耐久性、を実験学習できる環境を整備している。医療情報解析室では、医療の可視化を1) 計算、2) 実験、3)

生体、という三側面から実践的課題のもと学習できる環境を提供している。今後、この循環器DRYラボセンターを駆使した治療リスクの低減を積極的に促進するとともに人材育成を維持していきたい考えである。

E. 研究発表

1. 梅津光生, 東京女子医科大学・早稲田大学連携先端生命科学科学研究教育施設 (TWIns:ツインズ) の紹介, バイオエンジニアリング部門報, no. 39, pp. 9-12, 2010.
2. 岩崎清隆, 梅津光生, シミュレータを用いた医療機器・治療法の安全性と有効性評価の現状と展望, 人工臓器 39巻3号, pp. 213-231, 2010.
3. 梅津光生, 東京女子医科大学・早稲田大学連携先端生命科学科学研究教育施設 (TWIns), 再生医療, vol. 8no. 3, pp. 90-91, メディカルレビュー社, 2009.
4. 田中隆, 古里正光, 石澤祐馬, 伊藤一彦, 岩崎清隆, 錢逸, 梅津光生, 臨床用補助人工心臓交換時の安全性に関する実験的研究, 体外循環技術, vol. 36, no. 2, pp. 108-114, 日本体外循環技術医学会, 2009.
5. M Umez, Bioengineering Advances and Cutting-edge Technology, Proceedings of the IFMBE, The 13th ICBME, 2008.
6. 梅津光生, 朴栄光, 僧帽弁シミュレーション実験と冠動脈吻合訓練, Circulation up-to-date, Vol. 4 No. 1 2008.

F. 知的財産

1. 岩崎清隆, 梅津光生, 坪内俊介, 濱悠太郎, 八木下雄一, 模擬狭窄血管及びその製造方法『特願 2009-69196』
2. 八木高伸, 朴栄光, 梅津光生, ミキシングデバイス, ミキシングチューブ, 薬液注入システム及び薬液の混合方法, 『特願 2010-087017』

技能研修室

研究分担者 加瀬川均 早大生命医療工学研究所 教授 青見茂之 東京女子医大 准教授

要旨: 技能研修室は、手術の安全安心を向上させるために工学的手法を取り入れ、医師の訓練を行うための研修室である。本室では、血管吻合の反復練習から、弁形成術等の複雑な術式および最先端の医療機器の操作法の習得までを網羅した総合的な手術トレーニング環境の実現を目指している。DRY 環境での手術トレーニングは、個体差の影響を受ける WET ラボとは異なり、科学的方法論に立脚し手技結果の定量評価を行うことができる。本稿では、DRYLAB における心臓外科医の長期トレーニング結果を元に、本研究成果である手術スキルの定量的評価システムについてまとめた。

A. 研究目的

冠動脈バイパス手術においては、運針デザインが吻合の3次元的最終形状を決定し、吻合後の血流、及び吻合部近傍の血行動態に大きく影響する。本研究では、3年に及ぶ血管吻合手技の長期継続的訓練効果について、吻合内腔形態と流体力学的観点から評価を行い、吻合手技評価システムの確立を目指した。

B. 研究方法

(1) トレーニング計画

2007年12月から2010年12月までの期間内に1回5吻合を上限とし、合計400吻合の訓練を実施した。

(2) 評価方法

a) 吻合時間の計測, b) マイクロCTを用いた吻合内腔形態の計測, c) 形態情報に対する数値流体解析, を行った。

C. 研究結果および考察

(1) 従来評価の限界（時間計測）

Fig. 1は1回の吻合に要した時間がトレーニングの実施に伴って変化した様子を示している。訓練初期の”A”においては収束が確認されるが訓練後期の”C”では発散している。従来指標である時間のみではスキルを適切に計測することが困難であることが明示された。

(2) 形態評価による血管吻合の分類

Fig. 2はMicroCTにより得られた吻合部最小断面積と断面アスペクト比を示している。狭窄モデルは断面積のみならずアスペクト比が高値となり、流体力学的に不利な形状をしていることが明らかとなった。

(3) 数値流体解析による吻合の機能評価

Fig. 3は上記(2)のうち、狭窄・非狭窄モデルを選定し、冠循環血行動態における吻合内部流れの解析結果である。狭窄部においては流速の増加に伴い、エネルギー損失値が増大するメカニズムが確認された。本手法を用いることで、微細な吻合手技の変化が血流に及ぼす影響を評価、及び予測することが可能となり、DRYLAB トレーニング上のフィードバック情報として有効であると考えられた。

D. 結論

以上の(1)-(3)を血管吻合の評価システムとして恒常的にDRYLAB トレーニングにおいて活用することで、高効率な訓練が可能になった。本成果は冠動脈バイパス手術を例として研究した結果であるが、血流に係るその他の手技にも適応可能な汎用性を有しており、脳神経外科や形成外科のマイクロサージャリーへの迅速な応用が期待される。

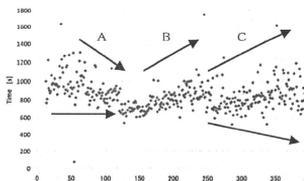


Fig. 1 長期継続的DRYLABによる吻合時間の変化

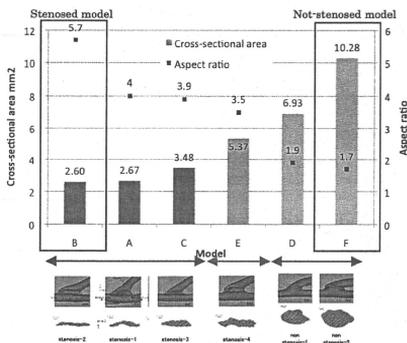


Fig. 2 マイクロCTによる吻合内腔形態の評価結果

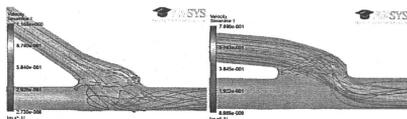


Fig. 3 訓練初期(左)後期(右)の流体解析

E. 研究発表

牧野穂高, 朴栄光, 穂芳郎, 浅野竜太, 梅津光生: 吻合内腔形状の精密計測による血管吻合手技における訓練効果の定量的評価方法の検討. 第23回バイオエンジニアリング講演会, pp. 411-412, 2011

GLP 対応実験室

研究分担者 岩崎 清隆 早大高等研究所 准教授、山崎 健二 東京女子医大 心臓血管外科 教授

要旨：次々と新しい治療デバイスが登場してくる中で、ヒト体内でのデバイス性能を科学的かつ合理的に検証する非臨床評価システムを開発してきた。GLP 対応実験室では、治療デバイスの 1) 血行力学特性、2) 生体適合性、3) 長期耐久性を、定量評価できる試験系が確立しており、2010 年度には、国内企業を中心に約 30 社から受託研究の依頼や技術相談がある。本報告書では、体内力学的環境に合致した加速試験による冠動脈ステント耐久性評価と安全かつ有効な使用方法（三回拡張による至適拡張法）に関してまとめる。

A. 研究目的

冠動脈ステントは薬剤溶出型ステントの登場で劇的に再狭窄率が改善されている。一方で近年ステントの断裂例が臨床で数多く報告されるようになり、その原因究明が求められている。また、再狭窄の原因の 1 つにステント拡張不全があるが、ステントの拡張時間や拡張圧力等の拡張法はそれぞれの医師の経験によるところが多く標準化されていない。本研究では、(1) 臨床でステント破損報告の多い右冠動脈の基枝部に注目し、心臓の収縮・拡張に伴う屈曲変形を再現した加速耐久試験装置を駆使し、臨床で使用されている 5 種類のステントについて加速耐久試験を行い、評価方法の有効性・合理性を裏証した。また、(2) 冠動脈ステント内腔を確保する至適拡張方法を、狭窄血管病変モデルを駆使して開発し、学会を通じて多くの循環器内科医に提案して臨床で実践されるに至った。

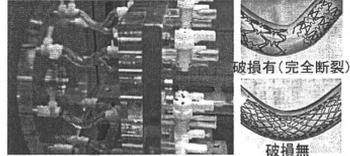


Fig. 1 冠動脈ステント耐久性試験（左）と結果（右）

B. 研究方法

(1) 5 種類の冠動脈ステントの加速耐久試験
現在、ヒトの心臓の収縮・拡張にともなう右冠動脈の屈曲変形を再現した加速耐久試験システムが計 6 台整備され、1 台で 8 つのステント耐久性を評価できる (Fig. 1 左)。臨床で使用されているデザイン・材質の異なる 5 種類のステントについて、それぞれ n=6 で 10 年間相当の耐久性を 20Hz の加速試験で行い比較評価した。
(2) 冠動脈ステントの至適拡張法の提案
臨床の文献値をもとにヒト冠動脈病変特性に合わせた 75% 狭窄した冠動脈病変血管モデルを開発した。本狭窄血管モデル内で Driver stent (3.0 × 18 mm) を拡張し、拡張圧一定のもとで、バルーン拡張後の保持時間 (20 秒, 40 秒, 60 秒) や繰り返し拡張回数がステント拡張径・拡張面積に及ぼす影響を血管内超音波診断装置で検証した。

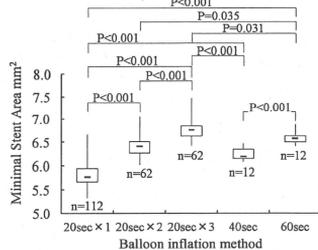


Fig. 2 三回拡張がステント拡張面積に及ぼす影響

にステント拡張径を大きくできることがわかった (Fig. 2)。

C. 研究結果および考察

(1) 5 種類の冠動脈ステントの加速耐久試験
試験の結果、Cypher ステントは 12 ± 6 日相当と極めて短期間でステント中央部で全て断裂した (n=6) (Fig. 1 右上)。また Taxus Express² は 6 個中 5 個のステントで数カ所破断するものの断裂には至らなかった。Multi-link Vision は 6 個中 1 個で 34 ヶ月相当で断裂、Liberte ステントは 6 個中 1 個で 1 箇所破損したが、それぞれ他の 5 つのステントは 10 年間相当試験で未破損であった。Driver ステントは 10 年間相当の試験でも 1 つも破損しなかった (Fig. 1 右下)。これらの結果から、ステントの曲げ剛性が大きいほど破損し易い傾向があった。
(2) 冠動脈ステントの至適拡張法の提案
ステントを拡張した状態でバルーン内圧の保持時間を長くすると、最小ステント拡張径とステント断面積は大きく保持された。これは、臨床でのヒト冠動脈病変のステント治療の報告データと合致していた。また、臨床で虚血による痛みを感じない 20 秒間のバルーン内圧保持による繰り返し拡張では、拡張回数を増やすことで最小ステント拡張径とステント断面積を大きくできることが判明した。さらに 60sec 単回拡張と 20sec × 3 回拡張で合計の拡張保持時間が同じ場合においても、繰り返し拡張を行った方が有意

D. 結論

治療デバイスの性能を科学的・合理的に評価できる非臨床評価実験系の開発は、患者の安全を守るために極めて重要であり、また我が国の医療産業力を高める上でもデバイス開発と合わせて評価系の確立が重要である。本 GLP 対応実験室では、平成 20-21 年度は冠動脈ステントの加速耐久試験を体系的に行える環境が整備でき、臨床での破損原因の科学的解明ができた。平成 22 年度には、ラボ全体で約 30 社の医療機器企業からの委託研究および技術相談がある。我々の提案する非臨床評価システムの重要性が医療機器企業に着実に浸透してきた。我々が提案した三回拡張法は、平成 23 年 5 月現在で国内 200 超の施設で患者の安全で有効な治療に生かされており、『DRY から臨床へ』が実現された。今後、開発した実験系を有効活用し、医工・産学連携による国内治療機器開発の支援体制を整備していく。

E. 研究発表

1. Iwasaki K, et al. Repeated 3-times-balloon-inflation for stent deployment increases luminal patency of cobalt alloy stent: in vitro Investigation using 75% stenotic mechanically-equivalent coronary artery replica, Circulation 120, S916, 2009.

医療情報解析室

研究分担者

八木高伸 早大理工学術院 助手, 銭逸 早大理工学研究所 教授, 村垣善浩 東京女子医大 准教授

要旨: 動脈系疾患の発症や進展には血流のもつ力学的刺激や物質拡散が関与するとされているものが少なくなく, 病変の進行を予測・予防し, 治療法を最適化していくことが求められるなかで, これまでの切片等による病理学的な細胞・組織観察に加えて, 病変部をよりマクロスケールで流体・構造的に理解することが必要になってきている。このような背景から, 医療情報解析室では, 最先端の実験・計算科学をベースに医療情報と組み合わせることで, 個々の患者ベースで病変の予測・予防策を研究してきた。ここでは, 脳動脈瘤の破裂予測を中心にまとめる。

A. 研究目的

脳動脈瘤は, 難治性疾患であり破裂率こそ1%程度と低いが, 50歳以上で発見率が5%と試算するデータもあり稀な疾患ではない。破裂はくも膜下出血となることから安全・安心な破裂の予測技術が求められている。血流は関連因子のひとつとされているが, 瘤破裂との関連性は依然として仮説に過ぎず, 実用段階に達していない。本研究では, 実験科学と計算科学を統合し, 相互の長所・短所を明確にしながら破裂・未破裂症例を血流学的に分類することを目的とした。実用には計算科学の効果と限界を明確にする必要がある。本研究は同時に, 計算科学の標準化に向けた実験データの蓄積も目的の一つである。

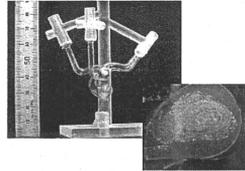


Fig.1 実形状・弾性壁からなる脳動脈瘤 (破裂9日前の医用画像より形状構築)

B. 研究方法

拍動する血管壁の変形・運動や曲げやねじりを含んだ血管形状の複雑性は, 工学領域でも未踏課題に満ち溢れている。このような中で, 我々は, まず精密脳血管モデル (Fig.1) の製作技術を確立させ, 体外で任意の血流波形を再現させることに成功した。さらに, レーザーを駆使した3次元流体計測を開発した。これらを組み合わせ, 実形状血管モデルを用いて壁の変形・運動を含めたリアリステックな実験環境で患者ごとに流れを精密3次元計測できる基盤が整った。従来のサブミリ2次元平面計測ではなく, 数十マイクロメートルという微細な空間解像度で, 流れを3次元立体計測できる技術により計算科学との3次元空間での比較が可能である。それを母体に, コンピューターによる数値シミュレーション技術の計算精度を個々の患者ベースで検証し, 大規模解析に向けた数値解析技術を確立させてきている。

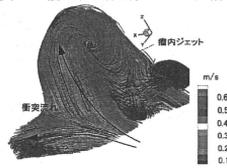


Fig.2 先端可視化技術を駆使して実験的に得られた脳動脈瘤内の血流パターン

C. 研究結果および考察

Fig.2に破裂瘤内に見られる血流様式の典型を示す。実験では, 破裂3例を含む全10症例を対象とした(内頸動脈)。色は流速の大小に相当し, 赤いほど流れが速い。注目すべきは, 破裂3症例には共通した流れパターンが確認された点である。瘤ネック後壁に流れが衝突し, 分岐するパターンであり, 瘤内にジェット流が発生していた。血管そのものがY字型に分岐しているのではないが, 瘤の形成の仕方に応じて分岐流れが発生していることが分かった。冠動脈や頸動脈等の動脈硬化が血管分岐部に偏在する傾向にあることはよく知られているが, 脳動脈瘤の破裂にも共通して分岐流れが発生していたことは, 血流と病理の関連性を追求する上で興味深い。現在, 病理観察との対応を取っている。一方, 未破裂瘤内の流れは分岐流れが形成されておらず, 親血管からの流れは衝突なくスムーズに瘤内に流れ込み, 流れのパターンは旋回流となっていた。このような流れ場の違いから, 数値解析では瘤内の流れ場のパターンの違いに応じてエネルギー損失が変化することに着目した。全40症例に対して瘤の単位体積あたりのエネルギー損失を計算したところ, 統計的に有意差を示すことに成功している (Fig.3)。

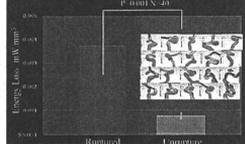


Fig.3 数値計算を利用した脳動脈瘤破裂予測 (破裂(左)未破裂(右)のエネルギー損失の違い)

D. 結論

破裂の予測診断を実用段階に引き上げるには, これまでの血流の回帰解析に加えて, 流体力学と組織病理学の融合により血流の良性・悪性を解明していく研究と, 計算結果の母体数を増やし, 大規模な統計データをもとにした診断指標の確立という研究を両輪させていくことが必要であろう。

E. 研究発表

1. 八木高伸, 梅津光生, 脳動脈瘤の破裂を予想する工学技術の確立に向けて, 人工臓器, 39-3, 214-217, 2010
2. T. Yagi, M. Umez u et al., Near-wall flow mapping by fluorescent stereo-PIV in an elastic replica of human cerebral aneurysm, Proceedings of 4th International Symposium on Flow Visualization, 2010

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の 編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
M. Umezu	Bioengineering Advances and Cutting-edge Technology	Proceedings of the IFMBE			2008
梅津光生, 朴栄光	僧帽弁シミュレーション実験と冠動脈吻合訓練	Circulation up-to-date	Vol.4 No.1	pp15-21	2008
K. Iwasaki, M. Umezu et al.	Successful reproduction on in-vivo fracture of an endovascular stent in superficial femoral artery utilizing a novel multi-loading durability test system	Proceedings of the IFMBE			2008
岩崎清隆、梅津光生、加瀬川均ら	運動機能を支える再生促進型移植用組織（心臓弁・靭帯・心膜）の開発研究	Proceedings of ASMEW International Symposium			2008
岩崎清隆	人工臓器の非臨床性能評価法の開発	人工臓器第24回教育セミナー		p.99-p.106	2008
岩崎清隆	冠動脈ステントの品質・安全性について	第6回医療機器フォーラム医療機器審査をめぐる最近の動向		p.5-p.6	2008
A. Kamoda, T. Yagi, M. Umezu et al.	Biomedical Engineering Analysis of the Rupture Risk of Cerebral Aneurysms: Flow Comparison of Three Small Pre-ruptured Versus	Proceedings of the IFMBE			2008
T. Yagi, K. Iwasaki, M. Umezu et al.	New challenge for studying flow-induced blood damage: macroscale modeling and microscale verification	Proceedings of the IFMBE			2008
S. Wakasa, T. Yagi, M. Umezu et al.	Microscale visualization of erythrocyte deformation by colliding with a rigid surface using a high-speed impinging jet	Proceedings of the IFMBE			2008
Y. Qian, M. Umezu et al.	Computational Risk Parameter Analysis and Geometric Estimation for Cerebral Aneurysm Growth and Rupture	A Journal of the American Heart Association;	39	527-529	2008
松川鑑大、青見茂之、村垣善浩、梅津光生	胸部領域ナビゲーションにおける術中体位の変化を考慮した骨格変形補正法	日本コンピュータ外科学会誌	Vol.10 No.3	395-396	2008

梅津光生, 岡野光夫	TWInsにおける実践と未来医学	未来医学	24	6-12	2009
梅津光生	東京女子医科大学・早稲田大学連携 先端生命医学研究教育施設 (TWIns)	再生医療 メディカ レビュー社	Vol.8 No.3	90-91	2009
朴栄光, 牧野穂高, 新家学, 八木高伸, 浅野竜太, 津久井宏行, Robert L Kormos, 梅津光生	OPCAB吻合手技訓練装置“BEAT-S1”の開発と臨床現場への展開	第22回バイオエンジニアリング講演会講演論文集		138	2010
田中隆, 古里正光, 石澤祐馬, 伊藤一彦, 岩崎清隆, 銭逸, 梅津光生	臨床用補助人工心臓交換時の安全性に関する実験的研究	体外循環技術	Vol.36 No.2	108-114	2009
濱悠太郎, 岩崎清隆, 木下雄一, 野口裕介, 山本匡, 梅津光生	冠動脈狭窄病変モデルを用いた適ステント拡張方式の検討	第22回バイオエンジニアリング講演会講演論文集		332	2010
岩崎清隆, 濱悠太郎, 山本匡, 坪内俊介, 八木下雄一, 野口裕介, 中下健, 梅津光生	心臓の収縮・拡張に伴う右冠動脈基部の屈曲変形環境下での5種類のステントの破損に関する加速耐久試験	第22回バイオエンジニアリング講演会講演論文集		333	2010
堤俊二, 岩崎清隆, 東宮裕人, 宮本雄貴, 石原一彦, 梅津光生	ナノメートルオーダーのチタン表面粗さが血液適合性に与える影響の研究	第22回バイオエンジニアリング講演会講演論文集		77	2010
Iwasaki K, Hama Y, Yagishita Y, Noguchi Y, Tsubouchi S, Yamamoto T, Umezumi M	Repeated 3-times-balloon-inflation for stent deployment increases luminal patency of cobalt alloy stent: in vitro investigation using 75% stenotic mechanically-equivalent coronary artery replica	Circulation	120	S916	2009
Iwasaki K, Hama Y, Yamamoto T, Yagishita Y, Noguchi Y, Tsubouchi S, Nakashita K, Kasanuki H,	Fracture potentials of five drug eluting stent platforms in proximal right coronary artery replica under in vivo simulated cyclically bended environment	JACC	55(10)Suppl. 1	A135	2009
銭逸, 北谷優太郎, 高尾洋之, 村山雄一, 梅津光生	血流シミュレーション技術を用いた前交通動脈瘤 (Acom) 破裂要素の分析	Journal of Neuroendovascular Therapy			2009
五十嵐利博, 石澤祐馬, 久米嶺, 楠瀬俊祐, 立田良太, 八木高伸, 岩崎清隆, 銭逸, 山崎健二, 梅津光生	補助人工心臓駆動下における左心室内の血流の検討~in vitro試験による血流の可視化実験	第47回日本人工臓器学会予稿集	Vol.38 No.2	S-150	2009
久米嶺, 楠瀬俊祐, 立田良太, 五十嵐利博, 八木高伸, 岩崎清隆, 山崎健二, 梅津光生	補助人工心臓駆動下における心壁挙動が左心室モデル内血流に及ぼす影響の検討	第22回バイオエンジニアリング講演会講演論文集		57	2010

佐藤絢香、八木高伸、新家学、高橋彩来、梅津光生、村山雄一、高尾洋之	破裂脳動脈瘤内の血流に関するマイクロスケール時空間解析：衝突ジェットによる乱流の発生	第22回バイオエンジニアリング講演会講演論文集		207	2010
T Yagi, A Kamoda, A Sato, W Yang, M Umez	3D volume visualization for vascular flow modeling using stereo-PIV with fluorescent tracer particles	The 8 th international symposium on particle image velocimetry			2009
T Yagi, S Wakasa, N Tokunaga, Y Akimoto, M Umez	Single-cell real-time imaging of flow-induced hemolysis using high-speed microfluidic technology	Medical Physics and biomedical engineering			2009
中野喜隆、植松美幸、鈴木孝司、中村亮一、青見茂之、伊関洋、梅津光生	胸部手術ナビゲーションのための重み付き特徴点レジストレーション	第22回バイオエンジニアリング講演会講演論文集		131	2010
T.Yagi,A.Sato,M.Shinke,S.Takahashi,M.Umez,H.Takao,Y.Murayama	Near-wall flow mapping by fluorescent stereo-PIV in an elastic replica of human cerebral aneurysm	4 th International Symposium on Flow Visualization Program and Abstract book		65	2010
八木下雄一、岩崎清隆、野口裕介、岸上翔、山本匡地、梅津光生	右冠動脈の屈曲変形を模擬した加速耐久試験装置を用いた異なる駆動周波数による冠動脈ステントの耐久性評価	第23回バイオエンジニアリング講演会講演論文集		21-22	2011
秋元祐紀、八木高伸、関裕子、木田大輔、梅津光生	超高速イメージングによる衝突速度に応じた人赤血球のリアルタイム破壊動態解析	第23回バイオエンジニアリング講演会講演論文集		383-384	2011
新家学、佐藤絢香、高橋彩来、八木高伸、梅津光生、村山雄一、高尾洋之	弾性脳動脈瘤モデルを用いたステレオPIV法による壁面せん断応力3次元計測と時間・空間特性	第23回バイオエンジニアリング講演会講演論文集		403-404	2011
牧野穂高、朴栄光、穂芳郎、浅野竜太、梅津光生	吻合内腔形状の精密計測による血管吻合手技における訓練効果の定量的評価方法の検討	第23回バイオエンジニアリング講演会講演論文集		411-412	2011
古澤豊樹、銭逸、高尾洋之、村山雄一、梅津光生	CFDを用いたヒト頸動脈狭窄・非狭窄モデルの解析における境界条件の検討	第23回バイオエンジニアリング講演会講演論文集		531-532	2011
津久井宏行、朴栄光	冠動脈バイパストレーニングシステムを使用して	人工心臓	vol.39 no.3	227-231	2010
八木高伸、銭逸、高尾洋之、村山雄一、梅津光生	脳動脈瘤の破裂を予想する医学技術の確立に向けて	人工心臓	vol.39 no.3	214-217	2010
岩崎清隆	人工心臓（基礎）	人工臓器	vol.39 no.3	154-156	2010

