

200914001A

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) に関する研究

平成21年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 梅津 光生

平成22(2010)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	・・・・・・・・・・ 1
梅津光生	
II. 分担研究報告	
1. 技能研修室	
冠動脈バイパス手術シミュレータによる長期訓練効果の定量	・・・・・・・・・・ 2
梅津光生, 加瀬川均, 青見茂之	
2. GLP 対応実験室	
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の耐久性比較評 価・冠動脈ステント内腔を確保する至適拡張検討に基づく繰り返し 3 回拡 張法の提案	・・・・・・・・・・ 3
岩崎清隆 山崎健二	
3. 医療情報解析室	
埋め込み型人工心臓装着法の非臨床評価	・・・・・・・・・・ 4
八木高伸, 銭逸, 山崎健二	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	・・・・・・・・・・ 5

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、循環器系シミュレータ技術を用いたDRYラボセンターを創設する。平成20年度には3つの体験型実験環境を整備した（技能研修室、GLP対応実験室、医療情報解析室）。平成21年度には、特に、冠動脈バイパス手術トレーニング（技能研修室）、ステント耐久性・至適拡張法評価（GLP対応実験室）、血流モデリング・シミュレーション（医療情報解析室）の認知度が高まり、通年で計30回の教育セミナーを実施し、のべ850名を超える参加者を得ている。国内外の医療機器企業から受託研究相談を受ける頻度が増加し（年間15社）、DRYラボで得られた知見をもとに各社の医療機器や新製品の性能評価、また臨床での不具合時の問題説明に大いに活用されている。

（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

体験型教育環境 1) 技能研修室, 2) GLP 対応実験室, 3) 医療情報解析室の整備が進み、部屋ごとに独自の教育プログラムを準備することを目的とした。これにより、医理工薬の総合的な知識・技術をDRY環境にて実体験を踏まえて学習していく教育基盤を構築する。

B. 研究方法

各部屋での学術的課題に関しては分担研究報告書で詳述し、ここでは主に教育成果についてまとめる。部屋ごとにコア課題として、冠動脈バイパス手術トレーニング（技能研修室）、ステント耐久性・至適拡張法の評価（GLP 対応実験室）、血流モデリング・シミュレーション（医療情報解析室）を設定した。これら非臨床評価技術を教育セミナーにより広く公開した、対象は、医療機器企業、心臓・脳外科臨床医、循環器内科医、医療機器審査官、バイオメディカル若手研究者と広範なフィールドから参加者を得た。

C. 結果・考察

技能研修室（冠動脈バイパス手術トレーニング）
週一回、通年で約50回の定期トレーニングを継続した（参加者のべ150名）。100回以上の定期訓練を経た吻合圧力損失は顕著に低下していることが判明し、技量の向上が数値化された。年間100症例が外科医の技能維持に最低必要とされるが、国内では平均して年間10例程度でしかない。この危機の打開にはDRYラボによる集中トレーニングが必須である。平成21年度には専門学会と連動して教育セミナーを実施した。特に、冠疾患学会では国内トップ外科医5名が主導し、若手医師の体験型教育セミナーを実施した（参加者20名、聴衆200名）。DRYラボでのトレーニングを国内専門医制度における単位認定のツールとして使用していくという議論が出始めた。

GLP 対応実験室（ステント耐久性・至適拡張法の評価）

循環器内科医や医療機器メーカーに対してDRYラボの教育講演等を年間10回行い、参加総数はのべ500名に達した。5種類の臨床で使用されているステントの加速耐久試験をn=6で10年相当分行っており、実験装置を見ながら議論する体験型実験環境が整った。そのため国内外のレギュラトリーサイエンスに係る研究者や医療機器審査関係

者が数多く見学にきており、ISOの規格化へ発展させていく議論が出始めた。また、ステントの拡張時間や拡張圧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領域であるが、DRYラボでの実験で有効性が判明した繰り返し3回拡張法を九州の学会で2回講演したところ、わずか1年弱の間に九州地区約300の病院の中の約1/3の100施設でステント3回拡張法が使用し始められ、良好な初期成績が得られている。

医療情報解析室（血流モデリング・シミュレーション）

医療機器メーカーを中心とし年3回の教育セミナーを実施し、参加者はのべ120名であった。さらに、個別に課題を設定し体験型講習会を行ったところ、1) ボリュームレンダリングによる医用画像の可視化分析（参加者40名、バイオメディカル若手研究者）、2) 左心室内血流の可視化解析（参加者10名、心臓外科）、3) ラビッドプロトタイプング技術を用いた脳血管モデル製作（参加者10名、脳神経外科医および放射線技師）であった。

D. 結論

総計すると平成21年度に教育プログラムの参加者はのべ850人規模となり、目標を十分に達成している。平成21年12月には「DRYラボの将来展開およびEBMの推進」と題して将来の医工連携教育を議論するキックオフシンポジウムを開催し、バイオメディカル領域の有識者、医療機器審査官をはじめとして80名の参加を得ている。本研究で開発された各種の教育ツールは、本年度4月に新設された東京女子医科大学と早稲田大学との国内初の共同大学院でのカリキュラムの一部に使用する。これらを通じて、医理工薬の総合的知識・技術を学ぶことができる教育環境の整備と大規模な人材育成の環境を提供していく。

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 先端生命医科学研究教育施設（TWIns）、再生医療、vol. 8no. 3, pp90-91, メディカルレビュー社, 2009. 8
2. 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, pp108-114, 日本体外循環技術医学会, 2009. 6
3. 岩崎清隆：人工臓器の非臨床性能評価法の開発-現況とTWInsでの展開-, 次世代センサ協議会第55回研究会, pp8-15, 2009. 10

F. 知的財産

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）

技能研修室（冠動脈バイパス手術シミュレータによる長期訓練効果の定量評価）

研究代表者 梅津 光生 早大理工学術院 教授
研究分担者 加瀬川 均 早大生命医療研究所 教授
青見 茂之 東京女子医大心臓血管外科 准教授

要旨：技能研修室では、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。2009 年度は、冠動脈バイパス手術シミュレータを用いてこれまで 2 年間にわたり長期トレーニングを実施してきた若手臨床医（心臓外科）の訓練効果について検証を行い、本稿にてまとめることとする。

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、血管吻合を評価するパラメータとして、運針数、運針距離、吻合部圧力損失を採用し、2 年間の長期吻合訓練による訓練効果を検証した。

B. 研究方法

(1) トレーニング計画

冠動脈バイパス手術訓練シミュレータ (Fig. 1) を用いて、2007 年 12 月 - 2009 年 12 月の期間内に 1 回 5 吻合を上限とし、合計 300 吻合の訓練を実施した。

(2) 画像解析による運針デザインの定量評価

吻合後の冠動脈モデルは、後述の水力学的試験の後に、吻合された縫合糸を破壊せぬよう、グラフト血管のみを排除した。当該吻合断面 (Fig. 2) を画像解析し、運針の位置関係を計測した。

(3) 圧力損失の計測による吻合の機能評価

水頭差を用いた開放系定常流回路に吻合後の血管モデルを接続し、流入部圧力 100mmHg の条件下において流入部・流出部における圧力を計測し、その差を吻合部圧力損失値として計測を行った。本手法は、即時かつ簡便に吻合の機能的评价を行うことができ、迅速かつ広汎な普及が狙える。

C. 研究結果および考察

(1) 運針デザインの改善

Fig. 3 はトレーニング回数に対する運針数の変化を示している。訓練モデルは内径 2 mm の同一血管を使用していたにも関わらず、訓練初期には運針数が 9 - 23 針と大きく変動していた。しかし、50 回程度の訓練を達成したのちには、運針数が収束し (14 針)、安定した吻合が達成されていることがわかる。また訓練後期においては、切開口から運針点までの距離が減少していることが分かった。マイクロ CT を用いて内部形状を観察したところ、吻合部の有効面積が拡大されていることが観察された。

(2) 圧力損失値の大幅な改善

Fig. 4 は訓練初期、後期に行われた吻合の圧力損失値を比較したグラフである。訓練後期には、初期の吻合モデルに比して、65.8% の圧力損失の低下が確認された。吻合後モデルの目視観察および前述の内部形状の観察により、訓練後期モデルは、初期モデルに比して吻合部の内腔が確保されていることが圧力損失の低下をもたらすことが分かった。

D. 結論

シミュレータを用いた冠動脈バイパス手術訓練の長期訓練効果を定量的に検証した。血管吻合の従来評価は、熟練医の経験による目視評価が主として行われてきた。DRY 環境におけるトレーニングでは、目視評価に加えて水力学的評価等を加えた定量評価を行うことができる。現在、冠動

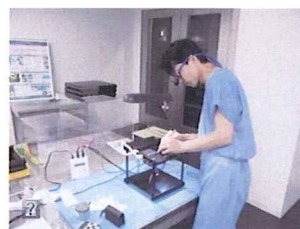


Fig.1 シミュレータによる血管吻合訓練

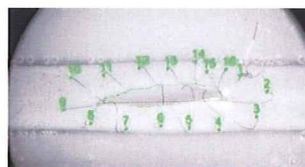


Fig.2 吻合における運針位置の計測

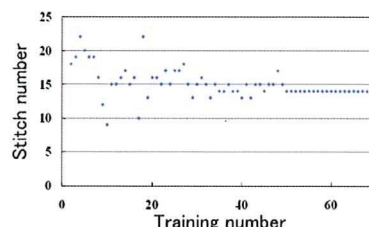


Fig.3 長期訓練による吻合運針数の収束

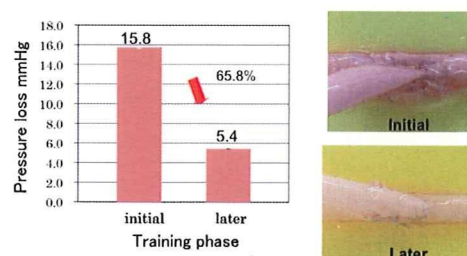


Fig.4 長期訓練による圧力損失値の大幅な減少

脈外科学会、心臓血管外科学会を始め、国内外の学会と連動し、若手臨床医のトレーニングツールとして使用され始めている。

E. 研究発表

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-SI”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, pp138, 第 22 回バイオエンジニアリング講演会, 2010.

GLP 対応実験室（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の耐久性比較評価・冠動脈ステント内腔を確保する至適拡張検討に基づく繰り返し3回拡張法の提案）

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、ヒト体内での性能を科学的かつ合理的に検証する非臨床性能評価システムの開発は極めて重要である。本年度は臨床で使用されている5種類の冠動脈ステントの加速耐久試験をn=6で10年相当分体系的に行い、開発した実臨床での力学的環境に即した加速耐久試験評価方法の有効性・合理性を実証した。装置を見ながら議論する体験型実験環境が整い、レギュラトリーサイエンスに係る研究者や医療機器審査関係者、企業人の見学が多数あり、ISOの規格化へ発展させていく議論が出始めた。また、ステントの拡張法は医師の経験によるところが多く標準化されていない領域であるが、DRYラボ実験で有効性が判明した繰り返し3回拡張法が、僅か1年間で九州地区約300の病院中の約1/3の100施設で使用され始め、良好な臨床初期成績が得られている。

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領域である。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・合理性を実証した。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。

B. 研究方法

(1) 5種類の冠動脈ステントの加速耐久試験

平成20年度に開発したヒトの心臓の収縮・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に関して、まず1つの装置で2個のステントの試験ができるシステムから8個のステントの耐久性を同時に検証できるシステムに改良し、計6台整備した。そして、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年間相当の耐久試験を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方法の提案

臨床の文献値をもとにヒトの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(特許出願)。本狭窄血管モデル内でDriver stent(3.0×18mm)を拡張し、拡張圧一定のもので、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。

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日相当と極めて短時間でステント中央部で全て断裂した(n=6)。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箇所破断したが、それぞれ他の5つのステントは10年間相当試験で未破断であった。Driverステントは10年間相当の試験でも1つも破断しなかった。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方法の提案

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

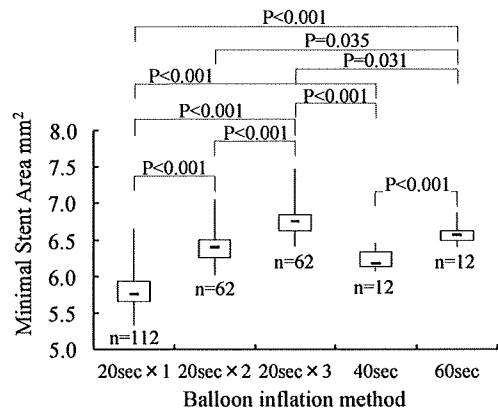


Fig.1 繰り返し3回拡張がステント拡張面積に及ぼす影響

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にステント拡張径を大きくできることがわかった(Fig.1)。

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。医療機器企業からの委託研究相談もできて有効活用される環境ができてきた。また、これまで医師の経験に依存していたステント拡張方法に関して、非臨床の科学的実験データをもとに血管径をより大きく拡張する3回拡張方法を提案した。ステントの使い方に関する本データが臨床現場で認知されて実践され始めるという『DRYから臨床へ』の成功例を示すことができた。

E. 研究発表

1. 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.

医療情報解析室（埋め込み型人工心臓装着法の非臨床評価）

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、
山崎 健二 東京女子医大 教授

要旨：医療情報解析室では、1) 病態を非臨床で再現する医工学技術、2) レーザー可視化解析技術ならびに3) 数値シミュレーション技術を集積させ、個々の疾患に応じて病態を再現し、診断や治療といった医療行為を非臨床で評価できる解析基盤が整っている。現在、脳外科、心臓外科、循環器系内科の臨床医とともに、A) 脳動脈瘤の破裂診断指標の確立、B) 埋め込み型人工心臓の装着法、C) 冠動脈ステントの留置法等に関して医工学的検討が進められている。ここでは、個々の重症心不全患者に適合した埋め込み型人工心臓の装着法に関して進捗をまとめることとする。

A. 研究目的

補助人工心臓を装着した重症心不全患者の左心室脱血管の周囲には血栓形成が時折に見られ、血栓塞栓症を引き起こすとの懸念が指摘されている。血流の淀みは血栓形成を促進するため、脱血部周囲の流れが重要であるが、体系的なデータが乏しく人工心臓装着法に関しては標準化が進んでいないと言いが難い。ここでは、拡張型心筋症（DCM）を非臨床で再現する心臓循環シミュレータを開発し、レーザー可視化技術を駆使して病態下にある心壁挙動が左心室内流れに与える影響を明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

Fig.1 にシミュレータの写真を示す。左心室はシリコーンゴム製であり、その挙動を空気圧駆動で制御できる。埋め込み型人工心臓を左室先端部に装着し、大動脈へ流れをバイパスさせる機構となっており、臨床と合致した血行動態を再現できる技術を確認した。ここでは、経食道エコーから得た臨床画像をもとに二症例の DCM (Mild, Profound) を選択し比較検討した (Fig.2)。病態左心室の再現は拡張末期径、収縮末期径、左心室内短縮率をもとに行った。作動流体はグリセリンを用いた血液模倣物質とし、レーザー光と高速度カメラを同期制御した可視化システムにより流れの二次元時系列計測を行った。

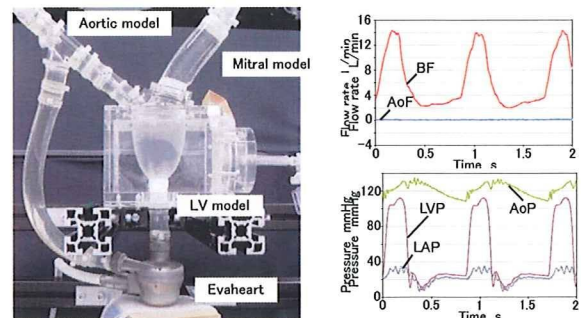
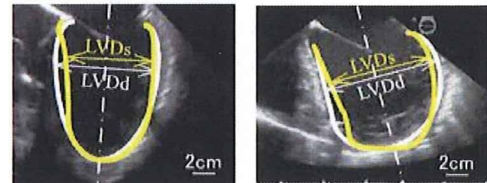


Fig.1 心臓循環シミュレータ (BF:バイパス流量, AoF:左心室流量, AoP:大動脈圧, LVP:左心室内圧力 LAP:左房内圧力)



LVDd: 拡張末期径, LVDs: 収縮末期径, FS: 左室内径短縮率

	mild		profound	
	臨床	モデル	臨床	モデル
LVDd cm	6.7	7.1	8.8	9.0
LVDs cm	5.4	5.4	8.3	8.3
FS %	19.4	24.8	5.7	7.8

Fig.2 拡張型心筋症 (Left:mild, Right: Profound)

C. 研究結果および考察

Fig.3 に拡張末期における Mild と Profound の比較を示す。砲弾型の左心室 (Mild) では僧帽弁からの血流は左心室流入後に脱血管へと誘導されてしまい、その周囲では流れが停滞してしまうことが明らかとなった (a,b)。一方、球状の左心室 (Profound) では大動脈圧等のパラメータは同一環境にあるにもかかわらず、左心室内血流パターンは大きく異なる。すなわち、流入フローは脱血管部へ誘導されことなくその周囲を取り囲むように旋回することが明らかとなった (c,d)。このことは、個々の患者の心壁動態に応じて装着法を検討する必要性を示しており、脱血管の挿入法を最適化することで血栓形成を抑制できる可能性を示唆している。

D. 結論

重症心不全患者の血行動態を非臨床で再現するシミュレータを開発した。レーザー可視化技術により心壁挙動が心室内流れ場、特に脱血管周囲の流れに強い影響を及ぼすことが明らかになった。今後、心壁挙動を分類し、流れ場との関連性を体系化していく必要が示された。

E. 研究発表

- 1) 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, 八木高伸, 岩崎清隆, 山崎健二, 梅津光生ら, 第 22 回バイオエンジニアリング講演会講演論文集, pp57, 2010
- 2) 補助人工心臓駆動下における左心室内の血流の検討

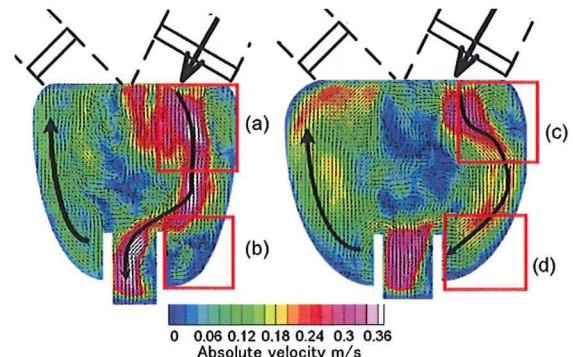


Fig.3 左心室内血流のレーザー可視化解析 (拡張期: 僧帽弁側より流入 (矢印) Left:mild, Right: Profound)

~in vitro 試験による血流の可視化実験~, 八木高伸, 岩崎清隆, 銭逸, 山崎健二, 梅津光生ら, 第 47 回日本人工臓器学会大会予稿集, Vol.38 No.2, 2009

研究成果の刊行に関する一覧表レイアウト

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
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 先端生命医科学研究教育施設 (TWIns)	再生医療 メディカルレビュー社	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,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	108-114	2009
濱悠太郎、岩崎清隆、八木下雄一、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至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・拡張に伴うヒト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, Umezu M	Repeated 3-times-balloon-inflation for stent deployment increases luminal patency of cobalt alloy stent: in vitro investigation	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	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 u:	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 u:	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	胸腹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

