

الجامعة المستنصرية

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

الدراسات العليا/ الماجستير

آلية توزيع الدم في الراحة والجهد

أ.د. غصون فاضل

٢٠٢٠م

١٤٤٢هـ

الدم BLOOD

عبارة عن نسيج سائل أحمر اللون من ضمن أشكال النسيج الضام يجري في داخل الجسم من خلال الأوعية الدموية (الأوردة والشرايين والشعيرات الدموية) ويتكون الدم من البلازما ومن خلايا الدم، وهو المسئول عن توفير البيئة الداخلية الملائمة لحياة أنسجة الجسم بفضل عمليات التبادل التي تتم بينه وبين سائل ما بين الأنسجة حتى تبقى الخلايا في وسط كيميائي ثابت نسبيا ويقوم الدم بكثير من الوظائف الحيوية الهامة ويساعده على ذلك طبيعة تكوينه وخصائصه المميزة كما تساعد عملية انتقاله من مكان إلى آخر الجسم على القيام بدور التوصيل والنقل بين خلايا الجسم المختلفة. والدم هو سائل أحمر لزج يقوم بنقل المواد المائية المهضومة إلى خلايا الجسم ويقوم أيضا بتخليص الخلايا من نفايات عمليات الاحتراق والأكسدة ويقدر حجم الدم في الشخص البالغ حوالي ٦ لترات و المرأة حوالي ٥ لترات وينتشر الدم في كل أجزاء سواء في الأوعية الدموية أو في القلب أو في الرئتين وكذلك من الكلي ويبلغ حجم الدم إلى وزن الجسم حوالي ٨/١٠٠ من وزن الجسم وتجدر الإشارة إلى إن مزاوله التدريب الرياضي بصورة منتظمة تساعد على زيادة حجم الدم .

مكونات الدم :

يتركب الدم من ١- خلايا ٢- بلازما

أ. خلايا الدم الحمراء

ب. خلايا الدم البيضاء .

ج. الصفائح الدموية.

١. خلايا الدم الحمراء: RBC

هي عبارة عن كرات مقعرة ومستديرة وليس لها نواة وتحتوي على ١٣% من الهيموجلوبين وحوالي ٦٤% ماء ٥% دهون ٧% سكريات وحوالي ١٦% أملاح وحوالي ١,٥% مواد بروتينية وعمرها في جسم الإنسان حوالي ١٢٠ يوم وتتجدد بنفس سرعة فقدانها ويتولى عملية تنظيم تجديد هذه الخلايا هرمون أرثروبوسيد ويفرز من الكليتين ومهمة خلايا الدم الحمراء هي حمل الأوكسجين وثنائي أكسيد الكربون ويجب أن يحرص الفرد على تناول مركبات فيتامين B12 في الغذاء نظرا لمساعدة على تكوين كرات الدم الحمراء.

٢. خلايا الدم البيضاء WBC

وهي عبارة عن كرات شفافة تقوم بوظيفة، حماية الجسم من الجراثيم حيث تهاجم الميكروبات والمواد الضارة عند دخولها إلى الجسم وعمرها في جسم الإنسان لا يستغرق إلا أيام قليلة وأحيانا عدة ساعات ومن خواص الخلايا الدم البيضاء أنها تهاجم الميكروبات داخل خلايا الجسم وهذا يعني أنها تخرج من الأوعية الدموية إلى الخلايا وتكون على خمس صور هي:

الأولى: تعتبر خط الدفاع الأول ضد العدوى وتسمى نيوتروفيل .

الثانية: تتزايد وتتكاثر عند ارتفاع درجة حرارة الجسم وتسمى " اسينوفيل"

الثالثة: تفرز مادة "الهيبارين" و"الهيثامين" لقتل الجراثيم وتسمى "باسوفيل".

الرابعة: خاصة بالعدوى طويلة المدى مثل ميكروب الدرن وتسمى "ليمفوسيت".

الخامسة: وهي تأكل وتلتهم الميكروب وتسمى "مونوسيت".

٣. الصفائح الدموية

وهي تعمل على وقف انسكاب الدم إذا ما جرح الإنسان حيث تساعد في تكوين الجلطة الدموية والتئام الجروح مما يعمل على وقف النزيف وعدده حوالي ربع مليون في كل ملي لتر دم وتعتمد عملية تجلط الدم على عوامل كثيرة من أهمها تلك الصفائح الدموية.

٢- بلازما الدم

هي الجزء السائل من الدم وتبلغ في الشخص البالغ الطبيعي ٥٥% من حجم الدم وتكون كرات الدم حوالي ٤٥% من حجم الدم والبلازما سائل أصفر اللون تحتوي على ٩٠% من وزنها ماء والباقي مواد مذابة..

لزوجة الدم:

تقدر لزوجة الدم بخمس أمثال لزوجة الماء في الرجل العادي وتزداد نسبة اللزوجة في الدم عند انفجار الكرات الحمراء ويسال الهيموجلوبين ويمتزج بالبلازما وفي حالات النزيف والإسهال والقيء والعطش الشديد.

وظائف الدم :

١. نقل الأكسجين إلى خلايا الجسم والتخلص من ثاني أكسيد الكربون.
٢. نقل الهرمونات المختلفة من الغدد إلى الأعضاء وأجهزة الجسم.
٣. حماية الجسم من الميكروبات والأمراض وكسب المناعة اللازمة ضد بعض الأمراض بواسطة كرات الدم البيضاء.
٤. حماية الجسم من النزيف وذلك بواسطة الصفائح الدموية.
٥. نقل المواد الغذائية بعد هضمها إلى جميع خلايا الجسم.

الدورة الكبرى (الدوران الشعيري)

يبدأ الدم رحلته الطويلة من القلب وينتهيها فيه، بعد مروره في الأعضاء والخلايا، قاطعا آلاف الكيلومترات، ويدور الدم دورة كاملة حول الجسم مرة كل ٦٠ ثانية أي بمعدل ١٤٤٠ مرة في اليوم الواحد.

يبدأ الدم المؤكسج رحلته باتجاه أنسجة الجسم من البطن الأيسر عبر الأبهر (الأورطي) ويصل إلى جميع خلايا الجسم، بما فيها خلايا الجلد ويصعد الدم في قوس الأبهر، ثم ينتقل إلى الشرايين الثلاثة الكبيرة التي تنقله إلى الجزء العلوي من الجسم يتفرع الأبهر بعد ذلك لتشكيل الشرايين المختلفة التي تغذي أعضاء الجسم كافة .

تتفرع الشرايين من جديد داخل كل عضو فينخفض قطرها شيئا فشيئا حتى تشكل الشبكة الشريانية الشعيرية التي تحمل المواد المغذية والطاقة إلى جميع الخلايا.

ينقل الدم بالإضافة إلى الأوكسجين هرمونات تفرزها الغدد وأيونات مثل الصوديوم والبوتاسيوم وفيتامينات ودهون وسكريات وبروتينات وأملاح معدنية ومواد ضرورية عامة لحياة خلايا الجسم. وتقوم الشعيرات الدموية بحمل القسم الأكبر من الأنسجة شبكة كاملة كثيفة من الشعيرات بحيث لاتبعد أي خلية أكثر من ٤٠٠٠ مليمترات عن أقرب مصدر للدم بعد حدوث التبادل مع خلايا الأنسجة العضوية، تتحول الشعيرات الشريانية إلى شعيرات وريدية وتبدأ بحالة العودة إلى القلب.

(أ) يشكل مرور الشعيرات في الأنسجة أهم جزء من دورة الدم في الجسم نظر إلى أن تبادل المواد (الأملاح المعدنية - أيونات. الخ) والغازات يحدث بين الشعيرات والخلايا.

في هذا التبادل تؤمن الكريات الحمراء الغذاء والأوكسجين لجميع الخلايا وتأخذ منها كمية قليلة من ثاني أكسيد الكربون الذي ينقل القسم الأكبر منه إلى الرئتين مذابا في بلازما الدم ويعرف تبادل الغازات الذي يحدث في الخلايا باسم التنفس الخلوي.

(ب) الشعيرات أوعية دموية دقيقة جدا يساوي قطرها قطر الشعرة وتتألف جدارها من طبقة واحدة من الخلايا وهذه الشعيرات رفيعة بحيث يمر فيها الكريات الحمراء الواحدة تلو الأخرى وتسهل دقة هذه الأوعية تبادل المواد والغازات مع خلايا الأنسجة التي تمر فيها .

الدورة الصغرى (الدوران الرئوي)

الدورة الدموية الصغرى أو الرئوية هي جريان الدم من القلب إلى الرئتين ثم عودته إلى القلب محملا بالأكسجين.

في الدورة الصغرى يضخ القلب الدم إلى الرئتين بقوة أقل مما يضخه في الأبهري إذ يجب أن يدفع الدم بلطف في هذا الجزء من الدورة ولذا يحتوي البطين الأيمن على

ألياف عضلية أقل بأربعة أضعاف من ألياف البطين الأيسر

يكون الدم الخارج من القلب عبر البطين الأيمن فقيرا بالأكسجين غنيا بثاني أكسيد الكربون (الذي يعطيه لونه الأزرق) ويتفرع الشريان الرئوي إلى شريانيين يتوجه كل منهما إلى رئة وينقسم كل فرع بعد ذلك إلى أوعية يتناقص قطرها لتشكل شبكة من الشعيرات التي يجري فيها الدم ببطء لتسهيل التبادل الغازي في الأسناخ الرئوية.

يمتلئ ويفرغ السنخ في اليوم الواحد من التنفس الطبيعي أكثر من ١٥٠٠٠ مرة

تحتوي الرئتين على حوالي ٣٠٠ مليون سنخ.

يعبر الأوكسجين جدار الأسناخ وينتقل إلى الشعيرات الدموية التي تحيط بالسنخ كالشبكة بعد وصول الدم المؤكسج إلى البطين الأيسر عبر الأوردة الرئوية ينتقل إلى البطين الأيسر ثم يضخ منه لتوزيع الأوكسجين على جميع خلايا الجسم.

وظيفة الدورة الدموية الصغرى

إضافة إلى وجود ثاني أكسيد الكربون في الدم يحتوي الدم على مواد أخرى مؤذية يتخلص منها الجسم عبر أعضاء مختلفة مثل الكبد والطحال والكليتين.

(أ) الكبد هو أكبر غدة في جسم الإنسان ويزن ١,٥ كيلو غرامات ويتكون من ٥٠٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠٠ فصيصة كبدية وينقي الكبد جميع كمية الدم الموجودة في الجسم، فيرشح الدم الداخل إليه عبر وريد الباب: يوزع الدم في أنحاء الكبد عبر أوردة متناقصة الحجم حتى يصل إلى سطح الفصيصات الكبدية التي تقوم بتنظيف وتنقية الدم.

(ب) الطحال عضو يزن ٢٠٠ غرام تقريبا يعمل في الحالات الطارئة فيطلق الدم المخزون في داخله، ويزيد بذلك التغذية الدموية وأكسجة الأنسجة ويشكل الطحال أيضا (مقبرة) الكريات الحمراء التالفة إذ يتلف حوالي مليوني كرية حمراء في الثانية الواحدة.

(ج) تحتوي كل كلية على أكثر من مليون كلون ينقي فيها الدم عند مروره في مجموعة معقدة من الشعيرات تعرف بالكبيبات وتطرح الفضلات بعد ذلك على شكل بول.

الدورة الدموية الإكليلية

تجهز العضلة القلبية بشريانين ينهضان من بداية الأبهـر بعد صماماته السينية وهيا الفروع الأولى للأبهـر بعد خروجه من البطين الأيسر. هذان الشريانان يقومان بتأمين الدم باستمرار وبكمية ثابتة وغنية بالأوكسجين وتحت ضغط عال بسبب قربها من البطين الأيسر ولمطاطية الأبهـر. أن الدورة الدموية الإكليلية تختلف عن الدورة الدموية في الجسم حيث أن الشرايين الإكليلية تتفرغ من الدم أثناء تقلص العضلة القلبية (تقلص القلب) بسبب انضغاط هذه الشرايين من قبل ألياف العضلة القلبية المحيطة بها أثناء تقلصها لذا تتفرغ من الدم ، وتملأ هذه الشرايين بالدم إلى درجتها القصوى أثناء انبساط القلب لزوال تأثير تقلص ألياف العضلة القلبية عنها.

ان الشرايين الأكليلية تجهز من قبل الجهاز العصبي المستقل بنوعيه بالعصب الودي والنظير الودي فالعصب الودي يوسعها أما النظير الودي فعلى العكس يقلصها ، أن

فروع هذه الشرايين تنتشر بين ألياف العضلة القلبية حيث أن كل ليف من العضلة القلبية يجهز بشريان دموي شعري .

لذا فبواسطة هذا التنظيم الدقيق للشرايين الإكليلية والغني بالدم والمشبع بالأوكسجين تتأمن حاجة العضلة القلبية للدم كمصدر طاقة لعملها في التقلص والانبساط المستمرين أوان أي اعاقاة لجريان الدم في هذه الشرايين يسبب اضطرابا العمل العضلة القلبية لنقصان تزودها بالأوكسجين الكافي كما يحدث في انسدادها أو تضيقها ، ويرجع الدم من العضلة القلبية بأوردة خاصة مرافقة في أغلبها للشرايين وتفتح بالجيب الاكليلي الذي يفتح بالأذنين الأيمن .

الدورة الدموية

يؤمن القلب والجهاز الوعائي (من شرايين وشريينات والشبكة الشعرية الدموية والأوردة) عملية توزيع وتوصيل الدم إلى كل جهاز من أجهزة الجسم فالقلب يقوم بدور المضخة (الماصة الكابسة) وواجبه هو ضمان دوران الدم الضروري لحياة الجسم وتنظيم ميكانيكية هذا الدوران ويحافظ القلب على أن تكون السعة الدموية في الدقيقة على أقل ما يمكن حتى يتمكن الدم من ادارة وادامة الدوران الدموي ، لأن كل عضو من أعضاء الجسم وبدون تغير مهم في الضغط الدموي يؤمن الكمية الضرورية والمحتاج لها من الدم في الجهد العضلي المتوسط الشدة يتمكن القلب من تأمين سعة دموية تقارب في الدقيقة (٢٠) لترا من الدم وهي مرتفعة بذلك إلى حدود %٤٠٠ من السعة القلبية في الدقيقة (السعة القلبية في الدقيقة بحدود خمسة التار) بينما لا تتجاوز الزيادة في الضغط الدموي من ٣٠ - ٤٠ ملم من الزئبق وهو يساوي ارتفاعا في الضغط الدموي يقرب من ٣٠ - ٤٠ % وهذه العملية ممكن تحقيقها فقط بالادارة الذاتية للدورة الدموية تتألف الأوعية الدموية من الشرايين والأوردة والشبكة الشعرية الدموية التي تربط ما بين الشرايين والأوردة ()

أولا : الشرايين

تمتاز الشرايين بسمك ومرونة وقوة جدرانها . تقوم بنقل الدم تحت ضغط أعلى بكثير من الضغط في الأوردة والشعيرات الدموية وتجهز جدران الشرايين الكبيرة في جسم الإنسان بدم يغذيها بواسطة شرايين دقيقة أي أنها لا تتغذى من الدم الجاري فيها. وتقوم الشرايين بنقل الدم من القلب إلى أنسجة وأعضاء الجسم المختلفة. ويسير الدم في الشرايين بتأثير تغيراتها الفاعلة والمنفصلة فالتأثير الفاعل هو بالارتداد المطاطي لجدرانها والتأثير المنفعل من قوة الدفع التي تحصل من جراء دفع الدم بتأثير تقلصات البطينين. ويعد الشريان الأبهري من أهم الشرايين في الدورة الدموية يطلق مصطلح الشريينات على نهاية الشرايين الكبيرة بعد تفرعها إلى شعب دقيقة حيث تسبق الأوعية الدموية الشعرية ، ويتم عن طريقها إيصال الدم الشرياني إلى كافة أنسجة الجسم المختلفة وينظم قطر الشريينات الجهاز العصبي الذاتي.

ثانيا : الشريينات

هي شرايين صغيرة وتعتبر نهاية الشرايين الكبيرة بعد تفرعها الى شعب دقيقة حيث تسبق الأوعية الدموية في الشبكة الدموية الشعرية في الجسم ويتكون جدارها من طبقة من الألياف العضلية الملساء ومن طبقة الخلايا البطانية التي تبطنها من الداخل .

يتم بواسطة الشريينات وصول الدم إلى كافة أنسجة الجسم المختلفة وبذلك تلائم عملية تغذية الأنسجة (عملية الأيض) عملية التبادل الغازي ما بين الدم وخلايا أنسجة الجسم ، ويتناسب قطر الشريينات مع كمية الدم المار بها والتي يحتاجها النسيج الذي يغذيه الشريين وتحدد وكمية الدم المار بها بما يقوم به العضو من جهد ومع درجة و التغذية والتفاعلات الغذائية . وينظم قطر هذه الشريينات الجهاز العصبي المجهز لها حيث تجهز هذه الشريينات ين بنوعين من الألياف العصبية أحدهما ينبه الألياف العضلية الملساء في جدران من الشريينات بالتقلص وبذا يضيق مجرى الشريين واما الألياف العصبية الثانية فتسبب ارتخاء الألياف العضلية الملساء في جدران الشريينات

مما يؤدي الى توسع ومجراها وبذا تسيطر هذه الأعصاب على كمية الدم في الشبكة الدموية الشعرية وفي الأوردة وهذه الألياف العصبية هي من الجهاز العصبي المستقل ، فالأعصاب التي تضيق مجرى الشريين هي من الجهاز الودي والتي توسع المجرى هي الجهاز نظير الودي .

ثالثا: الأوعية الشعرية الدموية

تكون الأوعية الدموية الشعرية شبكة كبيرة تربط ما بين الشريينات والأوردة ويتكون جدارها من طبقة واحدة من النسيج البطاني فقط أو من الطبقة الطلائية الداخلية فقط، وتقلص وتتوسع بفعل مطاطية الغشاء البطاني لها، وهو غشاء شفاف يسمح بتنافذ السوائل والغازات والمواد الغذائية من خلاله حيث يحصل التبادل ما بين الدم والأنسجة ، ولهذا تعد أهم جزء في هذا الجهاز لأن الهدف الحقيقي من دوران الدم يتحقق في منطقة الشعيرات الدموية حيث يتم تبادل الغازات والمواد ما بين الدم وخلايا الجسم ، وتنتشر شبكة الأوعية الدموية الشعرية في كل أجزاء الجسم ما عدا الطبقة السطحية للجلد.

ويعتمد توسع أو تضيق الغشاء البطاني للأوعية الدموية الشعرية على حجم الدم الواصل إليها من الشريينات الصغيرة ويكون الجهاز العصبي تأثير على سير الدم في الشبكة الشعرية الدموية فضلا عن التأثير المباشر لبعض المواد مثل الحوامض ومادة ألهاستامين والاستيل التي تعمل على توسعها في حين تعمل المواد القلوية و هرمون الابينيافرين (الأدرينالين) ومادة البترين على تضيق الأوعية الدموية، ويكون للحرارة تأثيرا موسعا للأوعية الدموية الشعرية على العكس من البرودة التي تؤدي إلى تضيقها أو تقلصها . وتتوقف كثافة الشبكة الشعرية الدموية في أي نسيج على درجة حاجة النسيج إلى الأوكسجين

رابعا: الأوردة

تتميز الأوردة برقة جدرانها واحتوائها على الصمامات التي تمنع رجوع الدم والتي يكثر وجودها أي الصمامات في أوردة الأطراف خاصة في الأطراف السفلى، وترافق الأوردة كل شريان كبير في الجسم. ويتم تنظيم جريان الدم في الأوردة من خلال العضلات التي تحيط بمجرى الوريد . ويسير الدم في الوريد باتجاه القلب بتأثير عمل العضلات الهيكلية في الجسم وبتأثير الضغط السالب الموجود بداخل تجويف القلب الأيمن وفي داخل القفص الصدري . وتتأثر الأوردة بالعوامل الكيمياوية والعصبية والهرمونية وتقوم بذلك بدور فاعل في دوران الدم وسيره باتجاه القلب من أنحاء الجسم المختلفة.

في وقت الراحة حوالي ٥ لتر/ ق ثم يزداد أثناء التدريب البدني ليصل لحوالي ٣٥ لتر/ق () .

جريان الدم في جسم الانسان

١- معدل جريان الدم إلى عضلة القلب نفسها ()

أن الشرايين التاجية الأيمن والأيسر اللذان يمدان نسيج القلب بالدم هما الرئيسية المترفعة من الأبهر أذن القوة المؤدية الى دفع الدم الى عضلة القلب الضغط الشرياني الجهازى أن معظم الدم الذي يجري الى العضلة القلبية من البطين الأيمن عن طريق الأوردة القلبية الكبيرة أن معدل جريان الدم إلى النسيج القلبي يعتمد بدرجة رئيسية على معدل فيه وخاصة معدل استهلاك الأوكسجين فيه ان الادنوسين هو المادة الأيضية من الخلايا العضلية القلبية نتيجة النقص كمية O2 فيها هي اهم مادة تؤدي توسع الأوعية وبالتالي زيادة معدل جريان الدم إلى النسيج العضلي للقلب وكمية استهلاك الأوكسجين من قبل عضلات القلب هو العامل المحدد المعدل جريان الدم هناك قوى كبيرة تتولد داخل الأنسجة العضلية للقلب خلال مرحلة الانقباض تعمل على انقباض الأوعية المغذية للقلب خلال مرحلة الضخ وبذا تزداد مقاومتها ويقل معدل جريان الدم خلال مرحلة الضخ الى العضلة القلبية حتى وان

كان الشريان الجهازي عال خلال هذه المرحلة والمضخة اليسرى للقلب هي الأكثر بذلك ، ويبلغ الناتج القلبي الذي يضخه القلب وبشكل خاص البطين في الدقيقة ٥ لتر/ الدقيقة ويصل الى (٣٦-٤٢) لتر/ دقيقة في التدريب الرياضي الجيد . زيادة نتاج القلب تعتمد أيضا على الرجوع الوريدي . والدورة القلبية الواحدة تقيس الوقت بين الانقباض الواحد والذي يليه، حيث الانقباض البطين يبدأ عند المركب QRS وينتهي عند الموجة T، بينما الاسترخاء البطيني يحدث اثناء الموجة T، والانقباض التالي له، وعلى الرغم من أن المعروف أن القلب يعمل بشكل مستمر إلا أنه في الواقع يقضى بخفة شديدة فترة راحة بين كل دورة والتي تليها، ويظهر ذلك واضحا لدى الرياضيين المدربين الذين يتمتعون بمعدل قلب بطيء أثناء الراحة حيث تزداد لديهم فترة راحة او استشفاء معدل القلب مقارنة بالأفراد العاديين.

٢- حجم الضربة (الدفعة):

- هي كمية الدم التي يدفعها القلب في كل دفعة (نبضة) أثناء انقباض البطينين يتم اندفاع كمية من الدم من البطين الأيسر، هذه الكمية من الدم تعرف بحجم الضربة ويرمز لها بالرمز ((SV)، ولفهم ذلك فقد اعتبر أن هناك قدرا من الدم يبقى في البطين بعد خروج الدم الى الأورطي ويسمى الحجم السيستولي او ESV، ولكن حجم الضربة الحقيقية هو الفرق بين كمية الدم التي خرجت وكمية الدم المتبقية في البطين وهي الفرق بين EDV, ESV.

٣- الجزء المقذوف:

يعرف الجزء المتبقي من الدم بين كل انقباض وارتخاء لعضلة القلب بفرق القيمة او بفرق الجزء المندفع من البطين، وهي توضح كمية الدم الداخل الى البطين والذي تم ضخه فعلا أثناء عملية الانقباض ويعبر عنه بنسبة مئوية وتتراوح بين ٦٠ - ٧٠% وقت الراحة ويزداد عندما ينقبض البطينان في حالة بذل الجهد البدني، وكلما زادت نسبة الدم الخارجة عن ٦٠% دل ذلك على قوة انقباض القلب.

٤- الخرج القلبي:

- هي كمية الدم التي يدفعها القلب في الدقيقة.

الخرج القلبي يرمز له بالرمز Q وهو يكون الحجم الكلي للدم الذي تم ضخه بواسطة البطين الأيسر في الدقيقة، وببساطة هو حاصل ضرب معدل ضربات القلب HR في حجم الضربة SV أثناء الراحة وتختلف باختلاف وضح الجسم والجهد الذي يؤديه.

وتبلغ متوسطات كمية الدم التي يتم دفعها في كل مرة من ٦٠ - ٨٠ ملل من الدم، فإذا كان متوسط معدل ضربات القلب حوالي ٧٠ ضربة / ق، يكون معدل حجم الدم الذي يخرج من البطين في الدفع القلبي من ٤،٨٠٠ - ٥،٦٠٠ لتر كل دقيقة، هذا المتوسط يحدث عادة لدى الفرد البالغ السليم، وقد تم التعارف على أن كمية الدم في جسم الإنسان تدور في الجسم مرة كل دقيقة.

□ عودة الدم الى القلب:

نظرا لأن الإنسان يبقى في الوضع الرأسي لوقت طويل على مدار اليوم كان لزاما أن تكون هناك بعض العوامل المساعدة على عودة الدم الى القلب سواء كان الإنسان في الوضع الرأسي لو الأفقي او في وضع الجلوس، فكل هذه الأوضاع تعيق نسبيا عودة الدم الى القلب وخاصة أن تلك العودة تكون في عكس اتجاه الجاذبية.

ويساعد الدم في عودته الى القلب ثلاث آليات أساسية بالجسم حتى تستمر دورة الدم في الجسم، والآليات الثلاث هي:

١- التنفس.

٢- ضخ العضلات.

٣- الصمامات.

وعملية توزيع الدم تتم أيضا بمساعدة الشرايين الصغيرة حيث إن بها جدارا عضليا قويا يتسع ويضيق تبعا لحاجة الأعضاء وقطر تلك الأوعية الدموية تستجيب للعمليات الفسيولوجية بالأعضاء لتتحكم في تدفق الدم، وهذا ما يعرف بالتنظيم الذاتي.

التنظيم الذاتي:-

التنظيم الذاتي لتوزيع الدم يعتمد على قدرة الأوعية الدموية في تنظيم نفسها على تدفق الدم الى المناطق التي تكون بحاجة الى هذا الدم، وتكون آلية عمل الشرايين الكبيرة والصغيرة متجانسة بحيث تسمح لكمية دم كبيرة للدخول الى المناطق المحتاجة.

وتدقق الدم يكون استجابة مباشرة للتغيرات في الخلايا تبعا لحاجة كل منها الى الأكسجين، وهي تعتبر المحرك الأقوى لتدفق الدم إليها، وعلى ذلك نجد أن الشعيرات الصغيرة تتمدد لتسمح بتدفق دم أكثر ليدها بالغذاء والطاقة، كما أن التغيرات الكيميائية الناتجة عن عمليات الأيض تعتبر منبهات تساعد على تدفق الدم، حيث إن الزيادة او النقص في (الأكسجين - ثاني أكسيد الكربون - الكالسيوم - الهيدروجين - اللاكتات) كلها عوامل تزيد او تقلل من تنظيم توزيع الدم على مختلف الخلايا والأعضاء والأجهزة.

٢- جريان الدم الى العضلات الهيكلية

بصورة عامة أن العضلات الهيكلية تشكل بحدود ٤٠-٤٥ % من الجسم ، في مرحلة الراحة تستلم العضلات حوالي ١٥% من كمية الدم المتدفق من القلب وخلال اجراء التمارين الرياضية تصل الى حوالي ٧٠% ولكون الأوعية الدموية للعضلات تمتاز بارتفاع الحالة التقلصية الداخلية فان مقاومتها عند العمل تكون عالية ،ان العضلات

الهيكلية عادة تحتاج الى حوالي ٢٥-٣٥% من كمية الأوكسجين المجهزة اليها عبر الدم الشرياني أثناء الراحة. ان تغير الفعالية العصبية الودية ممكن ان تغير من معدل جريان الدم في العضلات فعلى سبيل المثال زيادة فعالية العصب الودي الى اقصى درجاته ممكن أن يقلل من معدل جريان الدم الى العضلة في مرحلة الراحة ليصبح ربع ما كان عليه قبل التحفيز الودي لها كذلك اذا ما تم ازالة كل التأثير العصبي الودي المؤثر على العضلات في مرحلة الراحة فان معدل جريان الدم اليها ممكن ان يتضاعف وهذه زيادة طفيفة فيما لو قورنت بعدد المرات التي يزيد بها معدل جريان الدم الى العضلة في حالة اجراء التمارين يصل الى ٢٠ مرة تقريبا ، أن العضلات خلال اجراء التمارين الرياضية ممكن ان تستهلك بحدود ٩٠-٨٠% من كمية ال (O2)المجهز اليها من الدم الشرياني ، أن تقلص العضلات يؤدي الى انقباض ميكانيكي للأوعية الدموية وبذا يقل معدل جريان الدم اثناء التمرين حيث أن استمرار تقلص العضلة بشدة ممكن أن يؤدي الى توقف جريان الدم اليها حوالي ١٠% من حجم الدم الكلي موجودة في اوردة العضلات الهيكلية خلال اجراء التمارين يندفع الدم من العضلات (مضخة العضلات) الى المستودع الوريدي المركزي والى القلب الأيمن وهذا شيء مهم لكل اعضاء الجسم اثناء اداء التمارين الرياضية .

تحدث اثناء التمارين ثلاث تأثيرات رئيسية ضرورية ليجهز الكمية الكبيرة جدا من جريان الدم التي تحتاجها العضلات وهي :

الاطلاق الجماعي للجهاز العصبي الودي خلال الجسم كله مما يولد تأثيرات تنبيهية واسعة على الدوران ويؤدي الى أ- تنبيه القلب ليزيد سرعته وشدة ضخه ب - القلب ينبه لتجهيز جريان دموي اكبر للعضلات التي تحتاجه كما يقل جريان الدم خلال معظم المناطق اللاعضلية مؤقتا ج- الجدران العضلية للأوردة ولمناطق الدوران الأخرى تتقلص بشدة فتزيد ضغط الامتلاء وهذه تزيد العائد الوريدي .

زيادة الضغط الشرياني وتنبه وديا أ- تضيق الاوعية الشريانية والشريانات الصغيرة في انسجة الجسم ب- زيادة فعالية الضخ بالقلب ج- زيادة كبيرة في متوسط الضغط الإمتلائي

يجري الدم في الشعيرات الدموية للعضلات بشكل قليل جدا اثناء الراحة ولكن هذه الشعيرات تنفتح جميعها اثناء التمارين الرياضية ويؤدي ذلك الى تقصير المسافة التي يقطعها الاوكسجين والمواد الغذائية التي تترشح من خلال هذه الشعيرات الى الالياف العضلية اضافة الى ذلك فان المساحة السطحية تزداد لتترشح عبرها كمية اكبر من المواد الضرورية من الدم الى العضلة .

أن استمرار جريان الدم بكميات كافية الى الدماغ امر ضروري جدا لاستمرار الحياة ، حيث أن فقدان الوعي يحصل بسرعة بعد نقص جريان الدم إلى الدماغ وهناك قانون فسلجي بسيط في الجسم انه في جميع الظروف يجب تصل بكميات كافية من الدم الى الدماغ أن انسجة الدماغ نفسها لها معدلات ايضية تقريبا ثابتة مستندة على وزن النسيج ، وان معدل جريان الدم إلى الدماغ ينظم موضوعيا وعلى الرغم من أن الشريانات الدماغية تستلم ايعازات من الجهاز العصبي الودي واللاودي وجريان الدم إلى الدماغ يتأثر قليلا جدا بهذين الجهازين ، أن الشعيرات الدماغية اقل ثخورا من بقية الشعيرات في الجسم وتكون ما بين الحاجز الدماغي - الدموي () .

٣- معدل جريان الدم إلى الأحشاء الداخلية

ان مصطلح الأحشاء الداخلية يشمل الأعضاء في منطقة البطن وهي القناة الهضمية والطحال والكبد والبنكرياس وأن الدم يجهزالي هذه الاعضاء الموجودة وعبر العديد من الشرايين ولكن جميعها تنتهي بالكبد وتعود إلى الوريد الأجوف السفلي عبر الأوردة ،ان هذه الاعضاء تستلم بحدود %٢٥ من كمية الدم المتدفقة من القلب وهي تكمن حوالي %٢٠ من حجم الدم الجاري في الجهاز الوعائي وهناك فرق واضح ومهم بين الفعاليات

والوظائف التي تؤديها هذه الأعضاء ومناطق معينة تقع ضمنها وبين أعضاء أخرى في الجسم . أن كمية الدم المقدمة إلى هذه الأعضاء ضرورية لأنها تجهزها بالمواد اللازمة لإقامة فعاليتها الهضمية والامتصاصية وكذلك التقلصات العضلية للقناة المعدية ، ان تناول وجبة كبيرة من الغذاء يؤدي الى زيادة معدل جريان الدم الى هذه الاعضاء بحدود ٣٠ - ١٠٠ % ولكن بنسب متفاوتة .

٤- معدل جريان الدم إلى الكليتين

ان الكليتين تستلزمان بحدود ٢٠-٢٥ من كمية الدم المتدفق من القلب في وقت راحة الجسم وهذا من الناحية العملية ممكن أن يصل الى صفر تقريبا بعض الحالات اذن تنظيم معدل جريان الدم الى الكليتين مهم جدا في التنظيم العام للجهاز الوعائي القلبي ولان الكليتين اعضاء صغيرة جدا بالنسبة لوزن الجسم النقص في حجم الدم الكلوي غير مؤثرة في الجسم . ان الأوعية الدموية في الكليتين دائما تحت تأثير الجهاز العصبي الودي وان فاعلية هذا الجهاز عليها سوف تقلل من معدل جريان الدم اليها بدرجة كبيرة وفي الحالات التي يستمر التأثير التحفيزي للجهاز الودي ممكن أن يؤدي الى فشل كلوي ، أن الكليتين تنظم معدل جريان الدم اليها ذاتيا بحيث تديم معدل الدم تقريبا مع التغيرات الواسعة التي تطرأ في الضغط الشرياني .

٥- معدل جريان الدم إلى الجلد

نتيجة للفعالية الأيضية لخلايا الجسم تنتج حرارة وبذا يجب أن يتخلص الجسم منها لكي يحافظ على ثبوت درجة حرارة الجسم ويعتبر الجلد الموضع الرئيس حيث يتم فيه التبادل الحراري مع البيئة الخارجية وان التغيرات في معدل جريان الدم في الجلد نتيجة للتغيرات الأيضية والبيئة هي الالية المسؤولة عن التنظيم الحراري للجسم (هناك أليات أخرى في الجسم تشترك في التنظيم الحراري تحت ظروف طبيعية مثل الرعشة والتعرف واللهث) . في حالة الراحة يبلغ معدل جريان الدم إلى الجلد بحدود ٦-١٠ % من الدم المتدفق من القلب وهذا ممكن أن ينخفض كثيرا عندما يحتاج الجسم لذلك .

٦- معدل جريان الدم إلى الجهاز الرئوي

آن معدل جريان الدم إلى الرئتين يجب أن يتساوى مع كمية الدم المتدفقة من القلب تحت جميع الظروف التي يمر فيها الجسم فمثلا في حالة اجراء التمارين الرياضية تزداد كمية الدم المتدفقة من القلب حوالي ٣ مرات وبذا فان معدل جريان الدم الى الرئتين يجب أن يزداد ايضا ٣ مرات . ان للأوعية الدموية مقاومة للجريان الدم ولكنها صغيرة ولا تؤثر بصورة مهمة على معدل جريان الدم الى الرئتين ولكنها احدى العوامل التي تحدد ضربات الشريان الرئوي ، وأن معدل ضغط الشريان الرئوي حوالي ١٣-١٥ ملم زئبقي في حين معدل الشرياني ألجهازى يبلغ بحدود ١٠٠ ملم زئبق وان سبب الاختلاف يعود الى ان مقاومة الأوعية الدموية لجريان الدم اقل من مقاومة الأوعية الجهازية بحدود ٦ مرات ويعود ذلك لكبر قطر أوعية الجهاز الرئوية أن الأوعية الرئوية (خاصة الشرايين والشريينات) اكثر مطاوعة من باقى الأوعية في انحاء الجسم الأخرى ، عندما يزداد الضغط الشرياني الرئوي فان الشرايين والشريينات يزداد قطرها وبالتالي ستقل مقاومتها لجريان الدم .

سريان الدم Blood Flow

إن سرعة تدفق الدم إحدى العوامل الضرورية لثبات البيئة الداخلية بمختلف اجزاء الجسم ، حيث تسهل عملية التخلص من فضلات التمثيل الغذائي ، وتنظم درجة حرارة الجسم وإمداد الأنسجة العاملة بالمواد الغذائية ، وبصفة خاصة الأوكسجين. وإن زيادة احتياج العضلات أثناء المجهود البدني للأوكسجين نتيجة زيادة طلب عمليات التمثيل الغذائي لها في عمليات توليد الطاقة والوقود ، ولتوفير هذا يجب زيادة سريان الدم الى هذه العضلات والتي تتم عن طريق الزيادة في ضخ الدم (الدفع القلبي) وكذلك عن طريق إعادة توزيع الدم من الأعضاء غير النشطة الى الأعضاء النشطة ، وتدفق الدم في الأوعية الدموية يرتبط ارتباطا طرديا مع الضغط في نهاية وبداية هذه (Blood Flow الأوعية ويرتبط عكسيا مع مقاومة هذه الأوعية الدموية).

إن ممارسة النشاط البدني المنتظم يعود على الإنسان بالفوائد العديدة ومنها تلك

الفوائد المرتبطة بصحة الإنسان وأجهزة الجسم الحيوية المختلفة كالجهاز التنفسي والعضلي و العصبى والجهاز الدورى ، وعلى وجه الخصوص عضلة القلب ، حيث أن ممارسة التدريب المنتظم تعمل على رفع كفاءة عضلة القلب من خلال مجموعة التكيفات الفسيولوجية التي تحدث من خلال زيادة حجم البطين الأيسر وزيادة كتلة البطين الأيسر وزيادة في حجم الضربة ، وانخفاض في عدد ضربات القلب في الراحة ، وغيرها من التكيفات التي تنعكس ايجاباً على أداء اللاعب في الملعب أو خلال الحياة العامة.

وتعتبر الأنشطة البدنية الأوكسجينية (التحملية) هي أكثر أنواع الرياضات تأثيراً على عضلة القلب ، حيث تعمل التمارين الأوكسجينية على زيادة حجم القلب وغرفه وخاصة البطين الأيسر ، كما تحسن من كفاءة عضلة القلب في الراحة وأثناء المجهود البدني ، أما بالنسبة للتمارين اللاأوكسجينية فهي تعمل على زيادة بسيطة في سمك جدار القلب الخلفي ، وسمك الحاجز ما بين البطينين ، ومن هنا فإن ممارسة التمارين الرياضية الأوكسجينية هي الوسيلة الأفضل لتحقيق الهدف من ممارسة الأنشطة الرياضية وتحسين الصحة ، كما أن رياضي النخبة (المستويات العليا) من لاعبي الأنشطة الأوكسجينية هم الأكثر استفادة من هذه التكيفات الفسيولوجية بشكل عام.

وتعتبر عضلة القلب كباقي عضلات الجسم قد تفقد هذه التكيفات والزيادة التي حصلت

في بروتين العضلة وحجم الألياف العضلية بالتوقف أو الانقطاع عن التدريب ، لذا ينصح

بممارسة الأنشطة الأوكسجينية باستمرار للحفاظ على هذه التكيفات الفسيولوجية الهامة

