

アプリケーションノート 150 02100C モジュールを使用するアプリケーションの例

技術的用途記録

02100C モジュールは、リアルタイムで酸素濃度のモニタリングを行うために使用することが可能です。また、肺機能もしくは運動生理学検査の過程において、呼気の分析を実行するために使用することが可能です。このアプリケーションノートでは、酸素消費量 (VO_2) を測定するための 02100C モジュールの使用に焦点を当てます。

この種の検査をおこなう際、何点か注意が必要です。例えば、呼気の量が常に吸気と同じだと考えるのが妥当かもしれませんが、これは二酸化炭素の呼気量が酸素消費量と等しい場合に正しいとされています。言い換えれば、呼吸交換率 (RER) が 1 に等しい場合のみ吸気と呼気量は等しくなります。呼吸交換率は、 VO_2 で割った VCO_2 として定義されます。(V=量) 容易にするために、このアプリケーションノートでは $\text{RER} = 1$ と仮定します。

酸素消費量の測定に影響を与える他の要因は、02100C モジュールの応答時間です。通常、02100C モジュールのステップ応答時間は、100ml/分の流量で 500 ミリ秒です。42BPM を越える呼吸数に対して ($\text{Tr} = 0.35/\text{Fh}$ の式を使用)、02100C は酸素の変化への応答を減衰し始めます。

ミキシングチャンバを使用せずに呼吸サイクルの途中の O_2 濃度の変化を測定する場合、02100C モジュールの応答時間は重要となります。特定のアプリケーション (例: 呼吸ごとの解析) において、02100C モジュールのサンプリング流量を増加することによって応答時間を向上させることが可能です。

当然ながら、数回の呼吸にわたって O_2 濃度を平均化するためにミキシングチャンバを使用する場合、任意の高い呼吸数で O_2 濃度の変化を測定する際に精度が低下することはありません。従って、ミキシングチャンバは一般的に迅速で、正確かつ容易な代謝解析において推奨されています。

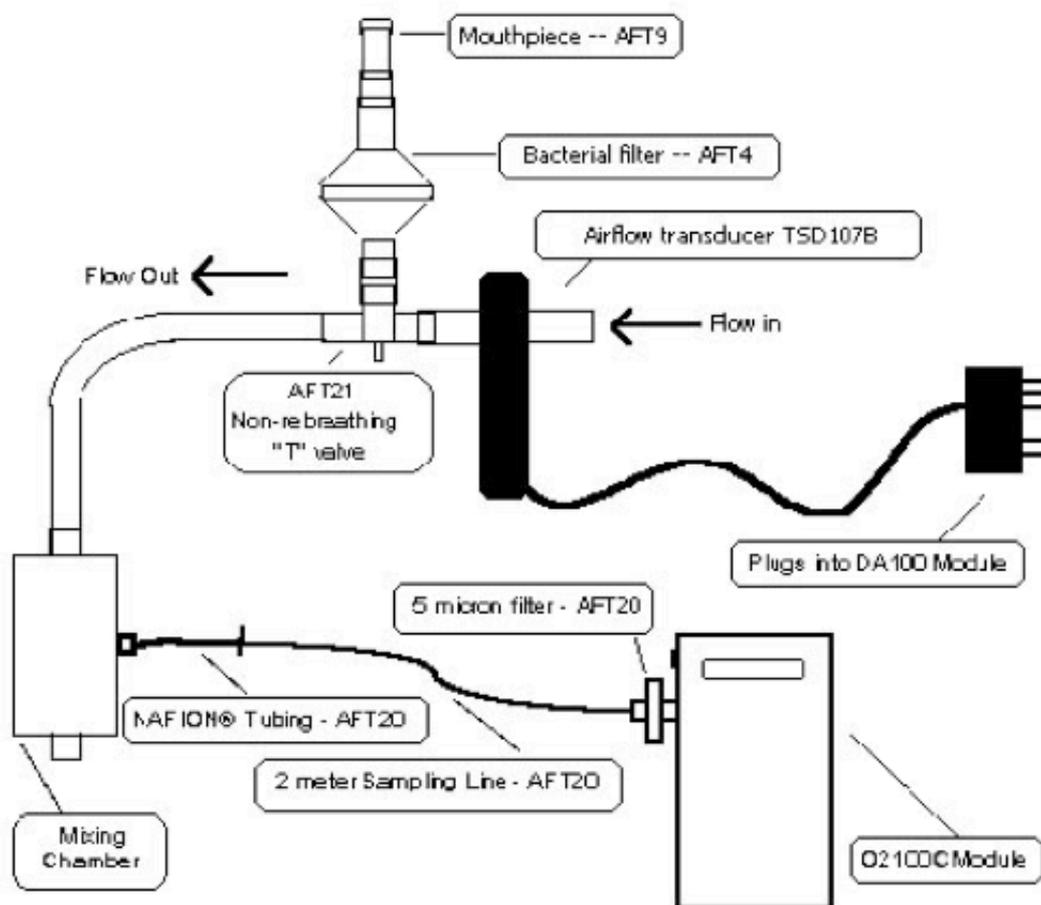
02100C モジュールは通常、MP システムと組み合わせて使用されます。02100C は、AFT20 ガスサンプリングインターフェースキットを介してモニターされるガス流に接続します。AFT20 キットは、非再呼吸 “T” バルブ (AFT21 など) の出力端上にあるミキシングチャンバ (通常 5 リットル) に 02100C モジュールを接続するために使用されます。“T” バルブの入力端は、TSD107B のような呼吸流量トランスデューサに接続します。

02100C モジュールはミキシングチャンバに接続されているため、モジュールは被験者の呼吸時に生じる酸素濃度の変化を感知します。さらに、TSD107B は “流入” ラインに配置されているため、呼吸ごとに依りて

吸気の総量を計算することができます。最終的に、酸素濃度と呼気の総量の両方がわかっているため (RER =1 と仮定)、呼吸の過程で被験者によって消費されるおおよその酸素量を推定することが可能です。

全てのガスサンプリング装置と同様に、モジュールは内部のサンプルセルの酸素分圧を測定するので、周囲気圧の変化に敏感です。モジュールのサンプリングラインをミキシングチャンバに接続する場合、酸素読み込みでの周囲気圧の影響は最小限となります。

次の図は、AFT21 および TSD107B への O2100C モジュールの一般的な接続を示しています。被験者は、細菌フィルタ (AFT4) を介して非再呼吸 “T” バルブ (AFT21) に取り付けられているマウスピース (AFT9) から呼吸します。被験者が吸い込む際、“流入” の→で示す様に、空気は TSD107B 呼吸流量トランスデューサを通過して AFT21 に引き込まれます。被験者が息を吐く際は、空気はミキシングチャンバを通過して押し出されます。



ミキシングチャンバ、AFT21 および TSD107B への O2100C の接続

次のグラフは既定の設定手順を用いて収集されたデータを示しています。表示されている波形は、リアルタイムで AcqKnowledge によって計算、出力されています。波形の説明は以下の通りです：

波形 1 - 呼気 O₂

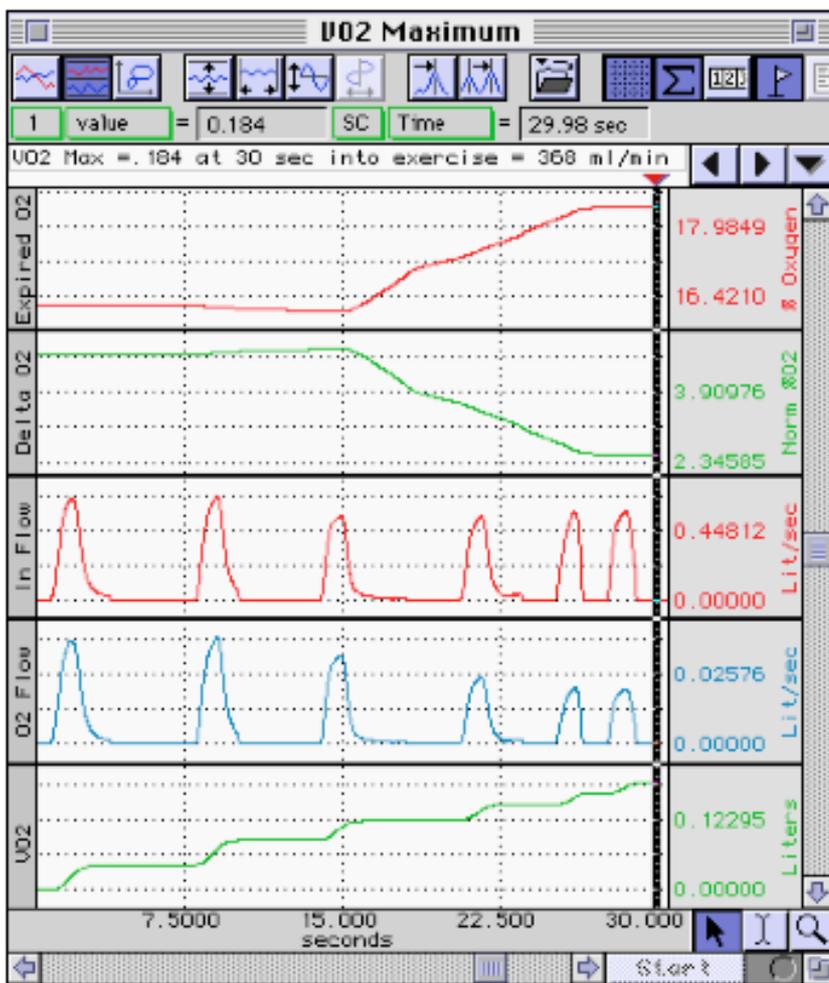
この波形は 02100C モジュールからの出力成分です。02100C モジュールは、ミキシングチャンバから直接 O₂ 濃度をサンプリングします。

波形 2 - ΔO₂

この波形は周囲環境 (O₂=20.93%) の O₂ 濃度からミキシングチャンバ内の O₂ 濃度を引いた波形です。この波形は、消費された濃度となります。

波形 3 - 吸気流量

この波形は DA100C モジュールに接続された TSD107B によって出力されます。この波形は、合計の吸気流量です。このアプリケーションノートでは、吸気流量が呼気流量と等しいと仮定しているのでご注意ください。(RER=1)



波形 4 - O₂ 流量

この波形は、TSD107B (波形 3) によって測定された吸気流量に酸素濃度 (波形 2) をかけた数学的結果です。従って、この波形は被験者によって消費された酸素流量となります。正規化された酸素濃度レベルが低下するように、どのように流量信号が低下するか注意してください。

波形 5 - VO₂

この波形は、被験者によって消費された酸素流量の積分です。酸素流量の積分は、特定の時点までに消費された酸素量の総和となります。30 秒間の運動後に VO₂ が 184ml であると、1 分間あたりの酸素消費量は 368ml/分という見解まで展開させることができます。