

称号及び氏名 博士(保健学) 鎌田 理之

学位授与の日付 平成25年3月31日

論文名 Dependency of preparatory inhibition of corticospinal excitability on the sequence of the to-be-signaled motor response

論文審査委員 主査 平岡 浩一
副査 西川 隆
副査 伊藤 健一

論文内容の要旨

皮質脊髄下降路興奮性は警告信号から応答信号(response signal)までの期間(foreperiod)に抑制され、この抑制の大きさは将来行うべき応答の運動方向に依存する。この知見は foreperiod における皮質脊髄下降路興奮性が運動方向の準備プロセスにおける皮質活動を反映することを示唆する。運動準備時の脳活動は応答の運動系列と相関すると報告されている。従って、もし foreperiod の皮質脊髄下降路興奮性が準備プロセスにおける皮質活動を反映するならば、その低下が将来行うべき応答の運動系列に依存すると考えられる。そこで第一実験では、foreperiod の皮質脊髄下降路興奮性低下が予告された運動系列に影響されるかについて検証した。選択反応時間課題において response signal 前 600ms に手がかり信号(precue signal)を提示し、対象者に単純応答(示指屈曲1回)、反復応答(示指屈曲連続3回)、系列応答(示指、小指、中指順の屈曲)の3つの運動系列のどの応答を行うかを予告した。その結果、response signal 前 300ms の運動誘発電位(motor-evoked potential: MEP)振幅は母指外転筋(abductor pollicis brevis: APB)では全ての予告条件で有意に減少したが、第一背側骨間筋(first dorsal interosseous: FDI)では減少しなかった。EMG バーストの結果から FDI は応答に参加する筋、APB は応答に参加しない筋であった。これらより、foreperiod 中期の皮質脊髄下降路興奮性低下は被験筋が応答に参加しない場合に生じると考えられた。他方、反復応答を予告した際の response signal 前 100ms の MEP 振幅減少は単純応答予告と比較して FDI で有意に小さくなり、系列応答予告と比較して FDI と APB の両方で有意に小さくなった。これらより、foreperiod 後期の皮質脊髄下降路興奮性低下は予告された運動系列に依存すると考えられた。

第一実験では、反復応答予告の際の response signal 前 100ms の MEP 振幅減少は単純応

答予告と比較して、FDI では有意に小さいが、APB では有意差を認めなかった。このことは、単純応答と反復応答が予告された運動系列の場合、foreperiod の皮質脊髄下降路興奮性低下に対する予告された運動系列の影響が筋特異的であることを示唆する。FDI は応答に参加する筋、APB は応答に参加しない筋であった。そこで第二実験では、foreperiod の皮質脊髄下降路興奮性低下に対する予告された運動系列の影響が被験筋の応答参加の有無に依存するとの仮説を設定し検証を行った。選択反応時間課題において response signal 前 600ms に提示した precue signal により、単純応答(示指屈曲 1 回、小指屈曲 1 回)、反復応答(示指屈曲連続 3 回、小指屈曲連続 3 回)の 4 つの運動系列のどの応答を行うかを予告した。その結果、response signal 前 100ms の MEP 振幅減少は FDI と小指外転筋のどちらにおいても予告条件間で有意差を認めず、foreperiod の皮質脊髄下降路興奮性低下が予告された運動系列に依存した第一実験の結果とは異なった。従って、foreperiod の皮質脊髄下降路興奮性低下に対する予告された運動系列の影響が被験筋の応答参加の有無に依存するとの仮説は棄却された。

第一実験と第二実験における将来行うべき応答の準備過程の違いが、foreperiod の皮質脊髄下降路興奮性低下の運動系列依存性に影響した可能性がある。第一実験では応答に参加する指の数や指変換数が運動系列(単純・反復・系列応答)間で異なるため、それらは予告前に決定されなかった。他方、第二実験では応答に参加する指の数や指変換数は運動系列(単純・反復応答)間で同一のため、それらは予告前から決定されている。従って、応答に参加する指の数や指変換数が予告前に決定しているか否かが第一・第二実験間で異なる。このことより、foreperiod において応答に参加する指の数や指変換数が準備される場合、foreperiod の皮質脊髄下降路興奮性低下の運動系列依存性が生じる可能性がある。また、第一実験では運動系列の第一反応は示指屈曲のみで構成されたため、第一反応に参加する指は予告前から決定された。他方、第二実験では運動系列の第一反応は示指屈曲・小指屈曲のいずれかで構成されるため、第一反応に参加する指は予告前には決定されていない。従って、第一反応に参加する指が予告前に決定されるか否かが第一・第二実験間で異なる。このことより、foreperiod 前に第一反応に参加する指が選択される場合、foreperiod の皮質脊髄下降路興奮性低下の運動系列依存性が生じる可能性がある。

以上より、foreperiod 前に第一反応に参加する指が選択される場合、foreperiod 中期の皮質脊髄下降路興奮性低下は被験筋が応答に参加しない場合に生じる。さらに、foreperiod 後期の皮質脊髄下降路興奮性低下は予告された運動系列に依存するが、この依存性は foreperiod において応答に参加する指の数や指変換数が準備される、もしくは foreperiod 前に第一反応に参加する指が選択される場合に生じると結論する。

学位論文審査結果の要旨

本論文は運動開始前の運動系列に関する事前情報が運動準備における皮質脊髄下降路興奮性に及ぼす影響について研究を行ったものである。二つの実験を計画・実施し、博士論

文につながる意義のある結果を得た。第一実験においては、リズムカル運動・単純運動・系列化運動間で foreperiod における運動誘発電位振幅の変化を観察し、foreperiod 中期の皮質脊髄下降路興奮性低下が被験筋が応答に参加しない場合に生じること、foreperiod 後期の皮質脊髄下降路興奮性低下は予告された運動系列に依存することが解明された。第二実験においては、第一実験の知見をさらに掘り下げ、foreperiod におけるリズムカル運動・単純運動間の運動誘発電位振幅の差が運動参加する筋に由来するものかどうかについて検証し、foreperiod において応答に参加する指の数や指変換数が準備される場合、foreperiod の皮質脊髄下降路興奮性低下の運動系列依存性が生じる可能性があること、foreperiod 前に第一反応に参加する指が選択される場合、foreperiod の皮質脊髄下降路興奮性低下の運動系列依存性が生じる可能性があることが解明された。第一実験の結果は国際誌に掲載された。これら一連の研究結果からはこの結論的知見を得るには至っていないが、それら研究結果の範囲で全体として明瞭な論旨の論文となっている。ついては、学位論文審査委員会は博士（保健学）の学位を授与することを適当と認める。