

# ストレッチングがレジスタンストレーニングの効果に及ぼす影響についてのナラティブ・レビュー

山口 太一

酪農学園大学 農食環境学群食と健康学類 / 大学院酪農学研究科食品栄養科学専攻

柴田 啓介

酪農学園大学 農食環境学群食と健康学類 / 大学院酪農学研究科食品栄養科学専攻

瀧澤 一騎

一般社団法人身体開発研究機構



## はじめに

筋肥大や筋力向上のレジスタンストレーニングの効果を上げるためには、1週間におけるレジスタンス運動の質を上げること、具体的には、1週間当たりの挙上重量と挙上回数積である総挙上重量 (total volume) を増大させることが重要であるとされる<sup>12)</sup>。そして、1週間当たりの総挙上重量を増大させるためには、各トレーニング日のレジスタンス運動前に筋力、筋持久力などの筋機能を向上させることに加え、レジスタンス運動のセット間に低下し得る筋機能を回復させるより良い戦略を講じる必要がある。この戦略のひとつとしてストレッチングが利用されている。

これまで各種ストレッチングがレジスタンストレーニングの効果に関わる筋機能に及ぼす急性の影響について、多くの検討が行われてきた。スタティックストレッチングに関する研究では、冗長な伸張時間のスタティックストレッチングが筋機能を低下させたことが報告されている<sup>3)</sup>。他方、研究の数自体は多くないものの、バリスティックストレッチングやproprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) を用いたストレッチングが筋機能を低下させた研究も散見される<sup>4)</sup>。また、ダイナミックストレッチングが筋機能を向上させたことも報告されている<sup>5)</sup>。

さらに、実際に各種ストレッチングが挙上重量、挙上回数あるいは総挙上重量などのレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響<sup>6-19)</sup> やレジスタンストレーニングの効果に及ぼす影響についても検討されている<sup>20-25)</sup>。

そこで本稿では、各種ストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について検討した研究<sup>6-19)</sup> ならびに各種ストレッチングがレジスタンストレーニングの筋肥大や筋力向上のトレーニング効果に及ぼす影響について検討した研究<sup>20-25)</sup> を総論し、研究結果の現状を把握することとした。

## 各種ストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響

各種ストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について検討した研究 (表1) において実施されていたストレッチングは、スタティックストレッチング<sup>6,9,11-19)</sup>、バリスティックストレッチング<sup>9,13)</sup>、PNFを用いたストレッチング<sup>7,10)</sup> およびダイナミックストレッチング<sup>14)</sup> であった。また、実施タイミングはレジスタンス運動前<sup>6-11,13,16,17)</sup> あるいはレジスタンス運動のセット間<sup>12,14,15,18)</sup>、そしてその両方<sup>19)</sup> にストレッチングが実施されていた。なお、セット間のスタティックストレッチングは、レジスタンス運動に関わる主動筋<sup>14,15,19)</sup> だけでなく、拮抗筋<sup>12,18)</sup> にも実施されていた。

### ①レジスタンス運動前のスタティックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響

レジスタンス運動前のスタティックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について検討した研究では、パフォーマンスが低下した研究が4編<sup>6,7,9,13)</sup>、パフォーマンスに正負の影響が確認されなかった研究が4編<sup>7,8,11,17)</sup>、パフォーマンスが

向上した研究が2編<sup>13,16)</sup>あった。レジスタンス運動前のスタティックストレッチングによってレジスタンス運動のパフォーマンスが低下した4編の研究では、スタティックストレッチングが各筋群に対し、40秒×1セット(40秒)<sup>7)</sup>、30秒×3セット(90秒)<sup>9,13)</sup>、および30秒×4セット(120秒)<sup>6)</sup>実施されていた。一方で、各筋群に対して上記と同じ伸張時間である30秒×3セット(90秒)のスタティックストレッチングを実施した場合でもレジスタンス運動のパフォーマンスが向上したこと<sup>13)</sup>や上記の伸張時間よりも長い30秒×6セット(180秒)のスタティックストレッチングを実施した場合でもレジスタンス運動のパフォーマンスに正負の影響が認められなかったこと<sup>17)</sup>が明らかとなっていた。さらに、各筋群に対する30秒×3セッ

ト(90秒)のスタティックストレッチングにポジティブな効果があることを事前に伝えたところレジスタンス運動のパフォーマンスが向上したことを明らかにした興味深い報告<sup>16)</sup>もあった。また、各筋群のスタティックストレッチングの伸張時間の合計がレジスタンス運動のパフォーマンスを低下させた研究と同程度であっても1セット当たりの伸張時間が短い場合でレジスタンス運動のパフォーマンスに正負の影響が認められなかった研究<sup>7)</sup>もあった。具体的には、20秒×1~3セット(20~60秒)のスタティックストレッチングの実施では、レジスタンス運動のパフォーマンスに対する正負の影響が確認されなかった。

以上、レジスタンス運動前のスタティックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす

出版年	著者	対象	条件	伸張時間 or 回数	伸張した筋群	レジスタンス運動	指標	結果
2005	Nelson et al. <sup>6)</sup>	男女 トレーニング 非実施者	①NS ②SS	30秒×4	股関節、大腿、腰 の筋群	膝屈曲	自重の40%のRM 自重の60%のRM	①>② ①>②
2008	Franco et al. <sup>7)</sup>	男性 トレーニング 愛好家	①NS ②SS:20秒×1 ③SS:20秒×2 ④SS:20秒×3	20秒×1 20秒×2 20秒×3	胸筋	ベンチプレス 3セット	85%1RMのRM 総挙上重量	①=②=③=④ ①=②=③=④
			①NS ②SS:20秒×1 ③SS:40秒×1 ④PNF	20秒×1 40秒×1 ?			85%1RMのRM 総挙上重量	①=②>④、①>③、 その他は差なし ①=②>③=④
2010	Gomes et al. <sup>8)</sup>	男性 トレーニング 愛好家	①NS ②SS ③PNF	30秒×3 6秒収縮+30秒×3	胸筋、膝伸筋群	ベンチプレス	40%1RMのRM 60%1RMのRM 80%1RMのRM	①=②=③ ①>③、①=②、②=③ ①>③、①=②、②=③
						膝伸展	40%1RMのRM 60%1RMのRM 80%1RMのRM	①>③、①=②、②=③ ①=②>③ ①=②>③
2012	Barroso et al. <sup>9)</sup>	男性 トレーニング 鍛錬者	①NS ②SS ③BS ④PNF	30秒×3 1分間に30回×3 5秒収縮+30秒×3	大臀筋、 大腿四頭筋、 ハムストリングス	レッグプレス 3セット	80%1RMのRM 総挙上重量	①>②=③=④ ①>②=③=④
2013	Keese et al. <sup>10)</sup>	男性 トレーニング 愛好家	①NS ②PNF	10秒+6秒収縮 +10秒×3	ハムストリングス	レッグカール 4セット	10RM 負荷のRM	①=②
2014	Ribeiro et al. <sup>11)</sup>	男性 トレーニング 非実施者	①NS ②SS	30秒×1	胸筋、上腕三頭筋	ベンチプレス 4セット	80%1RMのRM	①=②
2015	Miranda et al. <sup>12)</sup>	男性 トレーニング 愛好家	①NS ②セット間拮抗筋SS	40秒×1	胸筋	ロウイング 3セット	10RM 負荷のRM	②>①
	Sá et al. <sup>13)</sup>	男性 トレーニング 非実施者	①特異的W-up ②SS ③BS	30秒×3 1分間に30回×3	膝屈筋群、 膝伸筋群、 股関節外転筋群、 足底屈筋群	レッグプレス レッグエクステンション レッグカール 足底屈 各3セット	12RM 負荷のRM 12RM 負荷のRM 12RM 負荷のRM 12RM 負荷のRM	①>②=③ ②>①、①=③、②=③ ①>②=③ ①=③>②
	Arazi et al. <sup>14)</sup>	男性 ボディビルダー	①セット間NS ②セット間SS ③セット間DS	17秒×2 17秒×2	大胸筋、 上腕三頭筋、 大腿四頭筋、 大臀筋	ベンチプレス レッグプレス 各4セット	80%1RMのRM 80%1RMのRM	①=②=③ ①=②=③
2017	Aydin et al. <sup>15)</sup>	男性 トレーニング 愛好家	①セット間NS ②セット間SS	30秒×2	上腕三頭筋	プッシュダウン 3セット	10RM 負荷のRM 60%1RMのRM 85%1RMのRM	①変化なし、②低下 ①変化なし、②低下 ①変化なし、②低下
					大腿四頭筋	レッグエクステンション 3セット	10RM 負荷のRM 60%1RMのRM 85%1RMのRM	①変化なし、②低下 ①=② ①変化なし、②低下
2019	Bertolaccini et al. <sup>16)</sup>	男性 トレーニング 愛好家	①NS ポジティブ ②NS ネガティブ ③SS ポジティブ ④SS ネガティブ	30秒×3 30秒×3	大腿四頭筋	膝伸展 4セット	70%1RMのRM 総挙上重量	①=②=③=④ 4セット目:③>① ①=②=③=④
	da Silva et al. <sup>17)</sup>	男性 トレーニング 愛好家	①NS ②短時間SS ③長時間SS	30秒×3 30秒×6	大腿四頭筋	膝伸展 4セット	70%1RMのRM	①=②=③
2020	Souza et al. <sup>18)</sup>	男性 トレーニング 非実施者	①セット間NS ②セット間拮抗筋SS	30秒×2	膝屈筋群	レッグエクステンション 3セット	20RM 負荷のRM	①=②
	Trindade et al. <sup>19)</sup>	男性 トレーニング 愛好家	①NS ②セット前SS +セット間SS	40秒×1	ハムストリングス	バックスクワット 3セット	10RM 負荷のRM 総挙上重量	①=②

表1 各種ストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響に関する研究のまとめ。網掛けはパフォーマンスの低下が確認された研究、太枠はパフォーマンスの向上が確認された研究。NS：ストレッチングなし、SS：スタティックストレッチング、PNF：PNFを用いたストレッチング、BS：パリスティックストレッチング、W-up：ウォームアップ、DS：ダイナミックストレッチング、RM：最大挙上回数、1RM、10RM、12RMあるいは20RM：1回、10回、12回あるいは20回挙上できる最大重量。

影響について各筋群のスタティックストレッチングの伸張時間の合計から研究結果を概観したものの、一定の傾向は認められなかった。スタティックストレッチングが筋機能に及ぼす急性の影響についての研究では、概ね各筋群に対する60秒以上の伸張時間のスタティックストレッチングにより筋機能が低下したことが報告されている<sup>3)</sup>が、レジスタンス運動前のスタティックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響については同様の傾向は示されなかった。一方で、各筋群に対するスタティックストレッチングの1セット当たりの伸張時間が30秒以上で、かつ合計の伸張時間が比較的冗長なスタティックストレッチングを用いた場合においてレジスタンス運動のパフォーマンスの低下が示されていたこと<sup>6,7,9,13)</sup>は事実であり、注意が必要である。

## ②レジスタンス運動のセット間のスタティックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響

レジスタンス運動のセット間のスタティックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について検討した研究では、パフォーマンスが低下した研究が1編<sup>15)</sup>、パフォーマンスに正負の影響がなかった研究が2編<sup>14,18)</sup>、パフォーマンスが向上した研究が1編<sup>12)</sup>、それぞれあった。唯一、パフォーマンスの低下が認められた研究<sup>15)</sup>では、セット間における各筋群に対する30秒×2セット(60秒)のスタティックストレッチングによってレジスタンス運動のパフォーマンスの低下が認められた。しかしながら、セット間における各筋群に対する17秒×2セット(34秒)および上述の研究よりも伸張時間の長い32秒×2セット(64秒)のスタティックストレッチングでもレジスタンス運動のパフォーマンスに変化が認められなかった研究<sup>14)</sup>も存在した。したがって、レジスタンス運動前のスタティックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響と同様、セット間における各筋群のスタティックストレッチングの伸張時間がレジスタンス運動のパフォーマンスに影響を及ぼすとは考えにくい。

他方、セット間にレジスタンス運動に関わる主動筋ではなく拮抗筋に対するスタティックストレッチングの実施がレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について検討した報告も2編<sup>12,18)</sup>あった。そのうち1編<sup>12)</sup>では各筋群に対するセット間における40秒×

1セット(40秒)の拮抗筋に対するスタティックストレッチングによって、レジスタンス運動のパフォーマンスの向上が確認された。しかしながら、もう1編<sup>18)</sup>では、30秒×2セット(60秒)の拮抗筋に対するスタティックストレッチングによってレジスタンス運動のパフォーマンスに正負の影響は認められていない。

以上がレジスタンス運動のセット間におけるレジスタンス運動に関わる主動筋および拮抗筋に対するスタティックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響に関する知見についてであるが、各々の研究数が少なく、レジスタンス運動のセット間におけるスタティックストレッチングの利用自体、そしてどのような方法がレジスタンス運動のパフォーマンスに正負の影響を及ぼすかについて何かしらの傾向を掴むことは難しい。

## ③バリスティックストレッチング、PNFを用いたストレッチングおよびダイナミックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響

バリスティックストレッチング、PNFを用いたストレッチングおよびダイナミックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響については、それぞれ2編<sup>9,13)</sup>、4編<sup>7,10)</sup>および1編<sup>14)</sup>とわずかであるが検討されていた。

バリスティックストレッチングに関する2編の研究<sup>9,13)</sup>では、レジスタンス運動前のバリスティックストレッチングの実施がレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について検討されていた。2編<sup>9,13)</sup>のうち1編<sup>13)</sup>では複数のレジスタンス運動のパフォーマンスへの影響が検討され、レジスタンス運動の種類によっては正負の影響がなかったものの、2編<sup>9,13)</sup>ともにレジスタンス運動のパフォーマンスの低下が認められていた。

また、PNFを用いたストレッチングについても、3編<sup>7,9)</sup>でレジスタンス運動前のPNFを用いたストレッチングの実施によってレジスタンス運動のパフォーマンスの低下が確認され、1編<sup>10)</sup>でパフォーマンスに正負の影響が認められなかった。なお、PNFを用いたストレッチングによってレジスタンス運動のパフォーマンスの低下が確認された複数の研究<sup>7,8)</sup>においてストレッチングを実施しなかった条件だけでなく、スタティックストレッチングを実施した条件と比較しても、PNFを用いたストレッチングを実施した条件でレジスタンス運動のパフォーマンスの低下

が大きかったことは特筆すべき点である。

他方、ダイナミックストレッチングについては、1編<sup>14)</sup>でレジスタンス運動のセット間のダイナミックストレッチングの実施がレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について検討されており、セット間にダイナミックストレッチングを実施してもレジスタンス運動のパフォーマンスに正負の影響は示されなかった。

スタティックスストレッチング以外の3つのストレッチングに関する研究の数は少なく、これらのストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響が明確になっているとは言い難い。しかしながら、バリスティックストレッチングやPNFを用いたストレッチングについては、レジスタンス運動前の実施によってレジスタンス運動のパフォーマンスの低下が確認されていた。よって、レジスタンス運動のパフォーマンスの低下が認められた研究において利用されていたバリスティックストレッチング<sup>9,13)</sup>やPNFを用いたストレッチング<sup>7,9)</sup>はレジスタンス運動前の利用を避けた方が良いであろう。

### スタティックスストレッチングおよびダイナミックストレッチングがレジスタンストレーニングの効果に及ぼす影響

レジスタンストレーニングの効果は、各トレーニング日におけるレジスタンス運動のパフォーマンスの積み重ねによって決まる。したがって、ストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響がレジスタンス運動のトレーニング効果につながると考

えられる。しかしながら、トレーニング研究では、トレーニング以外の影響（他の身体活動、栄養、休養など）もトレーニング効果に影響を及ぼし得ることからコントロールが難しく、レジスタンス運動のパフォーマンスへの影響が直接反映される結果とはならないことも想定される。6編の研究<sup>20,25)</sup>においてレジスタンストレーニング前あるいはレジスタンストレーニングのセット間のスタティックスストレッチングおよびダイナミックストレッチングが筋力向上ならびに筋肥大のトレーニング効果に及ぼす影響が検討されていた（表2）。なお、バリスティックストレッチングおよびPNFを用いたストレッチングがレジスタンストレーニングの効果に及ぼす影響については検討されていなかった。

#### ①スタティックスストレッチングがレジスタンストレーニングの効果に及ぼす影響

スタティックスストレッチングが筋肥大のトレーニング効果に及ぼす影響については、3編<sup>23,25)</sup>で検討が行われ、Moriggi Juniorらの研究<sup>23)</sup>のみで、レジスタンストレーニング前の25秒×2セット（50秒）のスタティックスストレッチングによって筋肥大のトレーニング効果が減じられたことが報告されている。この研究では、トレーニング期間中の総挙上重量の推移も示されており、レジスタンストレーニング前にスタティックスストレッチングを行った場合で、ストレッチングを行わなかった場合よりもトレーニング期間を通じて総挙上重量が低値であったことも示されている。一方、レジスタンストレーニング前に同筋群に2種類のスタティックスストレッチングをそれぞれ20秒×2セット（40秒）実施した

出版年	著者	対象	条件	伸張時間 or 回数	伸張した筋群	トレーニング	指標	結果
2011	Simão et al. <sup>20)</sup>	女性 トレーニング 非実施者	①Con ②RT ③SS ④SS+RT	15~60 秒×4 (段階的漸増)	上半身、下半身、 肩、股関節、体幹 の筋群	ベンチプレス レッグプレス	10RM 10RM	②=④>①=③ ②=④>①=③
2013	Borges Bastos et al. <sup>21)</sup>	男性 トレーニング 愛好家	①RT ②SS+RT ③RT+セット間SS	30 秒×1 30 秒×1	肩、胸の筋群、 膝伸筋群、 膝屈筋群	ベンチプレス ラッドプルダウン レッグエクステンション レッグカール	8RM 8RM 8RM 8RM	①>②=③ ①>②=③ ①>②=③ ①>②=③
2015	Leite et al. <sup>22)</sup>	女性 トレーニング 愛好家	①RT ②DS ③DS+RT ④RT+DS	30 回×3 30 回×3 30 回×3	上半身、下半身、 肩、股関節、体幹 の筋群	ベンチプレス レッグプレス	10RM 10RM	①=②=③=④、 ②のみ増加なし ①>②、 その他は差なし
2017	Moriggi Junior et al. <sup>23)</sup>	男性 トレーニング 非実施者	①RT ②SS+RT	25 秒×2	膝伸筋群	レッグエクステンション	1RM 筋横断面積	①=② ①>②
2019	Evangelista et al. <sup>24)</sup>	男性 トレーニング 非実施者	①RT ②RT+セット間SS	30 秒×1	胸、広背筋、 上腕二頭筋、 上腕三頭筋、 大腿四頭筋、 ハムストリングス	ベンチプレス ロウイング ディップ アームカール レッグエクステンション レッグカール	1RM 上腕筋厚 大腿直筋厚 外側広筋厚 筋厚の総和	①=② ①=② ①=② ①<② ①<②
2019	Ferreira- Junior et al. <sup>25)</sup>	男性 運動愛好家 トレーニング 非実施者	①RT ②SS+RT ③DS+RT	20 秒×2×2 種 15 回×2×2 種	膝屈筋群	レッグカール	10RM 筋厚	①=②=③ ①=②=③

表2 スタティックスストレッチングおよびダイナミックストレッチングがレジスタンストレーニングの効果に及ぼす影響に関する研究のまとめ。網掛けはトレーニング効果を減じる結果が確認された研究、太枠はトレーニング効果を高める結果が確認された研究。Con：トレーニングなし、RT：レジスタンストレーニング、SS：スタティックスストレッチング、DS：ダイナミックストレッチング、1RM、8RMあるいは10RM：1回、8回あるいは10回挙上できる最大重量。

Ferreira-Júniorの研究<sup>25)</sup>では、トレーニング期間中の総挙上重量の推移がレジスタンストレーニング前にスタティックストレッチングを実施した場合とストレッチングをしなかった場合との間で相違がなく、筋肥大のトレーニング効果も同程度であったことが示されている。レジスタンストレーニング前のスタティックストレッチングが筋肥大のトレーニング効果に及ぼす影響について検討した研究はこの2編<sup>23,25)</sup>しかないが、総挙上重量に負の影響を及ぼすようなレジスタンストレーニング前のスタティックストレッチングの実施は、筋肥大のトレーニングの効果を減じることが示唆される。

他方、レジスタンストレーニングのセット間に30秒×1セット（30秒）のスタティックストレッチングを実施したEvangelistaらの研究<sup>24)</sup>では、スタティックストレッチングを実施した場合でストレッチングを実施しなかった場合よりも一部の筋厚が大きく増大し、評価した全筋厚の総和の増大も大きかったことが報告されている。レジスタンストレーニングのセット間のスタティックストレッチングが筋肥大のトレーニング効果に及ぼす影響について検討した研究はこの研究のみであるが、筋肥大のトレーニング効果を増大させた興味深い知見である。

また、スタティックストレッチングが筋力向上のトレーニング効果に及ぼす影響については、5編の研究<sup>20,21,23,25)</sup>で報告がなされており、唯一、Borges Bastosらの研究<sup>21)</sup>で、レジスタンストレーニング前ならびにトレーニングのセット間に各々スタティックストレッチングを30秒×1セット（30秒）実施した条件で、ストレッチングを実施しない条件よりも各筋力の増加の程度が小さかったという負の影響が明らかとなっていた。一方、その他の研究<sup>20,23,25)</sup>では、レジスタンストレーニング前ならびにセット間のスタティックストレッチングの実施が筋力向上のトレーニングの効果に及ぼす正負の影響は確認されていない。

## ②ダイナミックストレッチングがレジスタンストレーニングの効果に及ぼす影響

ダイナミックストレッチングがレジスタンストレーニングの効果に及ぼす影響については、2編において、レジスタンストレーニング前のダイナミックストレッチングが筋肥大<sup>25)</sup>および筋力向上のレジスタンストレーニング効果<sup>22,25)</sup>に及ぼす影響について検討され、いずれもトレーニング効果に正負の影響は認められなかった。このうち、Ferreira-Júniorの研究<sup>25)</sup>では、トレー

ニング期間を通じて総挙上重量の推移が示されているが、トレーニング前にダイナミックストレッチングを実施した場合とストレッチングを実施しなかった場合やスタティックストレッチングを実施した場合との間で総挙上重量の推移に相違がなかったことが示されている。ウォームアップにおけるダイナミックストレッチングの実施による筋機能の向上が明らかとなっている<sup>5)</sup>が、ダイナミックストレッチングがレジスタンストレーニングに伴う筋肥大ならびに筋力向上のトレーニング効果に及ぼす正の影響は確認されていない。

## おわりに

各種ストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響ならびにレジスタンストレーニングの効果に及ぼす影響について概説してきた。レジスタンス運動前のスタティックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響については、研究結果が一致しておらず、パフォーマンスへの正負の影響について何かしらの傾向を掴むことができなかった。しかしながら、レジスタンス運動前にスタティックストレッチングを各筋群に対して1セット当たり30秒以上で、かつ合計の伸張時間が比較的冗長になるよう実施した場合でレジスタンス運動のパフォーマンスが低下した研究<sup>6,7,9,13)</sup>が散見された。また、レジスタンス運動のセット間におけるスタティックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響については、主働筋および拮抗筋を対象にスタティックストレッチングが実施されていた。セット間における拮抗筋のスタティックストレッチングによるレジスタンス運動のパフォーマンスの向上効果が確認されていた<sup>12)</sup>ものの、概観するとセット間におけるスタティックストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響についても一致した見解は得られていなかった。また、レジスタンス運動前のPNFを用いたストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響に関する研究は4編<sup>7-10)</sup>しかないものの、3編<sup>7-9)</sup>でパフォーマンスの低下が確認され、さらにPNFを用いたストレッチングがスタティックストレッチングよりもレジスタンス運動のパフォーマンスを低下させたことが明らかになっていた<sup>7,8)</sup>。加えて、バリスティックストレッチングやダイナミックストレッチングがレジスタンス運動のパフォー

ンスに及ぼす影響については、それぞれ2編<sup>9,13)</sup> および1編<sup>14)</sup> と研究自体の数が少なかったが、レジスタンス運動前のバリエーションストレッチングの実施によるレジスタンス運動のパフォーマンスの低下が確認されていた<sup>9,13)</sup>。

他方、レジスタンストレーニングの効果に対するストレッチングの影響については、スタティックストレッチングおよびダイナミックストレッチングが筋力向上および筋肥大のトレーニング効果に及ぼす影響に関する検討がなされていた<sup>20,25)</sup>。レジスタンストレーニング前のスタティックストレッチングによって筋肥大の効果が減じられたこと<sup>23)</sup>、あるいはレジスタンストレーニング前およびトレーニングのセット間におけるスタティックストレッチングによって筋力向上の効果が減じられたこと<sup>21)</sup>も明らかとなっていたが、レジスタンストレーニング前のスタティックストレッチングがレジスタンストレーニングの効果に正負の影響を及ぼさなかったことを示した研究もあった<sup>20,25)</sup>。さらに、セット間のスタティックストレッチングによって筋肥大のトレーニング効果を増大させた研究もあった<sup>24)</sup>。また、2編<sup>22,25)</sup> でレジスタンストレーニング前のダイナミックストレッチングが筋力向上および筋肥大のトレーニング効果に及ぼす影響について検討されていたが、いずれもトレーニング効果に正負の影響を及ぼしていなかった。

以上より、現時点では、各種ストレッチングがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響ならびにレジスタンストレーニングの効果に及ぼす影響については各々の研究の数が少ないことに加え、傾向を掴めるような研究結果も揃っていない状況であると言わざるを得ない。しかしながら、少なくとも筋機能を低下させるような冗長な伸張時間のスタティックストレッチング、バリエーションストレッチングあるいはPNFを用いたストレッチングについては、レジスタンス運動前の利用は勧められないことだけは記しておきたい。

参考文献

1) Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.* 35 (11) :1073-1082, 2017.  
 2) Ralston GW, Kilgore L, Wyatt FB, Baker JS. The effect of weekly set volume on strength gain: A meta-analysis. *Sports Med.* Dec;47 (12) :2585-2601, 2017.  
 3) Chaabene H, Behm DG, Negra Y, Granacher U. Acute effects of static stretching on muscle strength and power: An attempt to clarify previous

caveats. *Front Physiol.* 10:1468, 2019.  
 4) 山口太一, 石井好二郎. ウォームアップにおける各種ストレッチングがパフォーマンスに及ぼす影響. *トレーニング科学.* 23:233-250, 2011.  
 5) Yamaguchi T, Ishii K. An optimal protocol for dynamic stretching to improve explosive performance. *J Physical Fitness Sports Med.* 3 (1) :121-129, 2014.  
 6) Nelson AG, Kokkonen J, Arnall DA. Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *J Strength Cond Res.* 19 (2) :338-343, 2005.  
 7) Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, de Oliveira CG. Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. *J Strength Cond Res.* 22 (6) :1832-1837, 2008.  
 8) Gomes TM, Simão R, Marques MC, Costa PB, da Silva Novaes J. Acute effects of two different stretching methods on local muscular endurance performance. *J Strength Cond Res.* 25 (3) :745-752, 2011.  
 9) Barroso R, Tricoli V, Santos Gil SD, Ugrinowitsch C, Roschel H. Maximal strength, number of repetitions, and total volume are differently affected by static-, ballistic-, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *J Strength Cond Res.* 26 (9) :2432-2437, 2012.  
 10) Keese F, Farinatti P, Massaferrri R, Matos-Santos L, Silva N, Monteiro W. Acute effect of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on the number of repetitions performed during a multiple set resistance exercise protocol. *J Strength Cond Res.* 27 (11) :3028-3032, 2013.  
 11) Ribeiro AS, Romanzini M, Dias DF, Ohara D, da Silva DR, Achour A Jr, Avelar A, Cyrino ES. Static stretching and performance in multiple sets in the bench press exercise. *J Strength Cond Res.* 28 (4) :1158-1163, 2014.  
 12) Miranda H, Maia Mde F, Paz GA, Costa PB. Acute effects of antagonist static stretching in the inter-set rest period on repetition performance and muscle activation. *Res Sports Med.* 23 (1) :37-50, 2015.  
 13) Sá MA, Neto GR, Costa PB, Gomes TM, Bentes CM, Brown AF, Novaes JS. Acute effects of different stretching techniques on the number of repetitions in a single lower body resistance training session. *J Hum Kinet.* 45:177-185, 2015.  
 14) Arazi H, Nasiri R, Jahanmahin M, Falahati A. Comparison of the effect of inter-set dynamic and static stretching on the upper and lower body performance of male bodybuilders. *Facta universitatis. Series: physical education and sport* 13 (3) :329-339, 2015.  
 15) Aydin EM, Ucan Y, Yarah H. The acute effect of static stretching between sets on the number of repetitions performance in resistance training. *J Hum Sci.* 14 (4) :3913-3922, 2017.  
 16) Bertolaccini AL, da Silva AA, Teixeira EL, Schoenfeld BJ, de Salles Painelli V. Does the expectancy on the static stretching effect interfere with strength-endurance performance? *J Strength Cond Res.* in press.  
 17) da Silva AA, Teixeira EL, de Salles Painelli V. Does the duration of static stretching acutely interferes on the strength endurance performance? *Acta Gymnica.* 49 (4) :174-180, 2019.  
 18) Souza PA, Teixeira DR, Della Corte J, Batista CAS, Miranda HL, Paz GA. Acute effect of intra-set static stretching on antagonists versus passive interval on the performance of maximum repetitions of agonists in leg extension machine. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 22:e60225, 2020.  
 19) Trindade TB, Neto LO, Pita JCN, Tavares VDO, Dantas PMS, Schoenfeld BJ, Prestes J. Pre-stretching of the hamstrings before squatting acutely increases biceps femoris thickness without impairing exercise performance. *Front Physiol.* 11:769, 2020.  
 20) Simão R, Lemos A, Salles B, Leite T, Oliveira É, Rhea M, Reis VM. The influence of strength, flexibility, and simultaneous training on flexibility and strength gains. *J Strength Cond Res.* 25 (5) :1333-1338, 2011.  
 21) Borges Bastos CL, Miranda H, Vale RG, Portal Mde N, Gomes MT, Novaes Jda S, Winchester JB. Chronic effect of static stretching on strength performance and basal serum IGF-1 levels. *J Strength Cond Res.* 27 (9) :2465-2472, 2013.  
 22) Leite T, de Souza Teixeira A, Saavedra F, Leite RD, Rhea MR, Simão R. Influence of strength and flexibility training, combined or isolated, on strength and flexibility gains. *J Strength Cond Res.* 29 (4) :1083-1088, 2015.  
 23) Moriggi Junior M, Berton R, de Souza TM, Chacon-Mikahil MP, Cavaglieri CR. Effect of the flexibility training performed immediately before resistance training on muscle hypertrophy, maximum strength and flexibility. *Eur J Appl Physiol.* 117 (4) :767-774, 2017.  
 24) Evangelista AL, De Souza EO, Moreira DCB, Alonso AC, Teixeira CVS, Wadhi T, Rauch J, Bocalini DS, Pereira PEA, Greve JMD. Interset stretching vs. traditional strength training: Effects on muscle strength and size in untrained individuals. *J Strength Cond Res.* 33 Suppl 1:S159-S166, 2019.  
 25) Ferreira-Júnior JB, Benine RPC, Chaves SFN, Borba DA, Martins-Costa HC, Freitas EDS, Bembem MG, Vieira CA, Bottaro M. Effects of static and dynamic stretching performed before resistance training on muscle adaptations in untrained men. *J Strength Cond Res.* in press.