

Hausübung SDA Chocolate

Dozent: Dr. Matthias Templ ZHAW IDP

Autoren: Philipp Rieser & Pascal Simon Bühler WI17t 23-4-2021 ZH

Zweck der Übung

Diese Aufgabe hat zum Zweck einen Artikel etwas genauer unter die Lupe zu nehmen und auf Stimmigkeit zu überprüfen. Dazu werden die im Artikel getroffenen Aussagen basierend auf der zugrundeliegenden Studie analysiert.

Schokoladenmilch gegen normale Sportgetränke

Andy Chesire beschreibt in einem Artikel vom 22 August 2017 die Resultate einer Studie von der Universität Texas at Austin über den Unterschied von “post-training” verabreichten Schokoladenmilch (CM = Kohlenhydrate + Proteine) und normalen Sportgetränken (CHO = nur Kohlenhydrate).

Herr Chesire erklärt:

Die Athleten, die Schokoladenmilch tranken, drückten im Durchschnitt **3,5%** mehr als vorher auf der Hantelbank, während die Sportler, die das kommerzielle Sportgetränk tranken, ihre Kraft beim Bankdrücken um etwa **3,2%** verringerten. Das ist ein Nettounterschied von **6,7%** für diejenigen, die Schokoladenmilch im Vergleich zu einem kommerziellen Sportgetränk tranken.

Beide Gruppen zeigten eine Verbesserung bei Kniebeugen, aber die Schokomilch-Trinker zeigten mehr, sie hoben **15%** mehr Gewicht als vorher - während die Trinker von kommerziellen Sportgetränken nur **8%** mehr hoben. Das ist fast **doppelt** so viel Kraftzuwachs bei den Schokomilch-Trinkern. ¹

Weiter beschreibt Herr Chesire dass der Unterschied von *normalen Sportgetränken* darin besteht, dass dem Sportgetränk das Protein fehle wobei Milch zwei Arten von hochwertigem Protein enthält Kasein und Molkeprotein. Weiter wird beschrieben, dass Milch pro Unze (28.35g) jeweils ein Gramm Protein enthält welches in Kombination mit den Kohlenhydraten aus der Schokomilch ein ideales Verhältnis zur Muskelregeneration enthält. ²

Hinzufügend wird gesagt dass Schokomilch ein kostengünstiges Getränk ist zur Rehydration, zum Auffüllen der glykämischen Speicher und den Muskelaufbau unterstützt. Weitere Studien könnten herausfinden, wie andere Faktoren die UT-Ergebnisse beeinflusst haben - Dinge wie die Technik oder die Lebensmittel, die die Sportler zu Hause essen. Die Studie unterstützt jedoch Schokoladenmilch als Regenerationsergänzung für Jugendliche, die an intensivem Training teilnehmen. ²

Desweiteren ist die Studie verlinkt.

¹ Original aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt [1] ² Sinngemäss aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt [1]

Informationen zur Studie und dem Artikel

Die Studie [2] wurde von der University of Texas at Austin USA durchgeführt und wurde finanziert von Dairy Max einem Verband von Milchprodukte Vertretern und erschien im Journal of the International Society of Sports Nutrition. Der Artikel [1] ist auf der Website von Dairy Max erschienen und wurde von Andy Chesire welcher ebenfalls an der Studie beteiligt war, geschrieben.

Beschreibung der Studie

Ziel der Studie war es den Effekt zu untersuchen, ob die Einnahme von Schokoladenmilch im Gegensatz zur Einnahme eines herkömmlichen Sportgetränkes, für die Erholungsphase von heranwachsenden Athleten einen Unterschied macht. 103 heranwachsenden Athleten (Frauen und Männer) wurden während eines 7 wöchigen Sommer Trainingprogrammes entweder CM (Schokoladenmilch) oder CHO (Kohlenhydrate) direkt nach dem Training verabreicht. In der ersten Woche sowie in der letzten Woche wurden Kraft und Ausdauer Tests durchgeführt. Wobei 5 Wochen lang 4 Tage die Woche trainiert wurde. Die Trainingseinheiten bestanden aus jeweils 1 Stunde Kraft und 1 Stunde Ausdauertraining pro Trainingstag, wobei direkt nach der letzten Trainingseinheit das Getränk verabreicht wurde.

Grundgesamtheit

Die Studie möchte einen Effekt der Einnahme von Schokoladenmilch als Erholungsgetränk nach einem Training untersuchen, da diese ohne weitere Verarbeitung einnehmbar ist, weit verbreitet und überall erhältlich ist. Die Studie referenziert auf andere Studien in welchen ein positiver Effekt von protein- und kohlenhydrathaltigen Nahrungsergänzungsmitteln an Erwachsenen festgestellt worden konnte. Hier möchte man nun den Effekt an jugendlichen High School Sportler in den USA analysieren, da diese mit einer Anzahl von [3] 7'963'535 (Saison 2016-2017) eine grosse Zielgruppe repräsentieren und in bisherigen Studien ausser Acht gelassen wurden.

Auswahlrahmen

Der Auswahlrahmen soll die Grundgesamtheit möglichst gut repräsentieren. In dieser Studie wurden Teilnehmer eines Sommer-Trainingslagers einer grossen westlichen High School ausgewählt. Es stellt sich die Frage ob rein nur die Testteilnehmer einer Schule repräsentativ für sämtliche High School Sportler der USA sein sollen und somit der Auswahlrahmen die Grundgesamtheit adäquat repräsentiert. Auf diese Frage werden in der Studie keine klaren Antworten geliefert.

In der Studie wird der Einsatz von Schokoladenmilch für die Erholungsphase getestet, ist nun der Anteil an Personen die eine Unverträglichkeit gegen Laktose haben sehr hoch, könnte es sein, dass man auf andere Lösungen kommen würde und man hier allenfalls ein verzerrtes Bild haben.

Stichprobe

Die Studie beschreibt, dass sie die Teilnehmenden zufällig in die 2 Kategorien CM und CHO eingeteilt wurden. Eine genaue Auflistung der gekreuzten Variablen (Gruppierungen) zu den beiden Testkategorien wird in der Studie nicht aufgezeigt, jedoch beschreiben die Herausgeber der Studie, dass keine statistische Unterschiede in den Gruppierungen festzustellen wären.

Die Teilnehmer der Studie mussten folgende Eigenschaften erfüllen:

- müssen Englisch sprechen
- sollen per Textnachricht erreichbar sein (Besitz eines Handys)
- keine Verletzungen aufweisen
- keine mentale oder physische Behinderungen
- keine Allergien (auf Stoffe welche die verabreichten Getränke beinhalten) oder Laktoseintoleranz.

Gemäss [4] sind ca 30% der erwachsenen Leute in den USA Laktose intolerant. Bei gewissen Bevölkerungsgruppen liegt die Laktoseintoleranz sogar weit höher zum Beispiel Personen mit asiatischen Wurzeln mit bis zu 90%. Diese Zahlen wurden zwar für erwachsene Menschen erhoben, jedoch schliessen sie eine nicht unerheblichen Teil aus der Grundgesamtheit aus. Somit könnte das Ausschliessen von Menschen mit einer Laktose-Unverträglichkeit eine Verzerrung auf die Grundgesamtheit aufweisen.

Womöglich hätte die Einnahme von Schokoladenmilch bei einer Laktoseintoleranten Person zu einem negativen Effekt auf das physische Training geführt und somit auch die Hypothese selber. Natürlich ist klar, dass eine Laktoseintolerante Person nicht freiwillig Schokoladenmilch zu sich nehmen würde. Die Grundgesamtheit sollte somit sämtliche jugendliche High School Sportler enthalten die nicht Laktoseintolerant sind. Oder einfach ausgedrückt, die Grundgesamtheit beinhaltet nur jugendliche High School Sportler die die obigen Eigenschaften erfüllen.

Anzahl und fehlende Werte

Es haben 131 Teilnehmer des Trainingslagers an der Studie teilgenommen, davon haben 103 die Studie beendet. Die 28 fehlenden Werte (Nonresponses) werden nicht weiter diskutiert und es ist somit nicht klar warum diese aus der Studie herausfallen, oder wann und warum der Versuch abgebrochen wurde. Man erhält auch keine Information darüber, wieviele Nonresponses aus welcher Gruppe stammen.

Falls die fehlenden Wert Missing at Random (MAR) sind würde diese wohl kaum einen grossen Einfluss auf die Resultate haben, bis auf die grössere Ungenauigkeit durch die kleinere Stichprobe. Eine weitere Überlegung wäre der Einfluss einer geschickten Imputation der 28 fehlenden Werte. Man könnte schauen, welchen Beitrag diese zur Auswertung der Resultate beitragen könnten. Desweiteren können die fehlenden Werte die Resultate extrem verzerren wie ein später folgendes **Gedankenexperiment** aufzeigt.

Stichprobendesign

Die Teilnehmer wurden bereits von den Trainern des Trainingslagers in 3 Gruppen aufgeteilt. Die erste Gruppe enthält nur weibliche Teilnehmer im Alter zwischen 13-17 Jahren. Die zweite Gruppe enthält männliche Teilnehmer im Alter zwischen 13-15 Jahren und die dritte Gruppe enthält männliche Teilnehmer zwischen 15-17 Jahren.

In der Studie wird nicht erwähnt, ob die Stichprobe aus der gesamten Anzahl an Teilnehmenden gezogen wurde, oder ob auf eine bestimmte stratifizierte Art aus den von den Trainern vorselektierten Gruppen gezogen wurde (also ob beispielsweise gleichmässig gezogen wurde oder je nach relativen Häufigkeiten in den Gruppen).

Designgewichte

In der Abbildung 1 sind Metadaten der Teilnehmenden der Studie aufgelistet. Auffallend ist das hier scheinbar nicht sorgfältig gearbeitet wurde. Die Teilsommen der einzelnen Unterkategorien führen nicht zu den von der Studie gegebenen Werte. Es sollte eine Stichprobe von 103 Teilnehmenden sein. Die Summe der Teilnehmer in der roten Box ergibt 98. Summiert man die einzelnen Gruppen zusammen erhält man 102 Teilnehmer. Offensichtlich wurden hier Fehler gemacht.

	All subjects (N = 103)	Male varsity subjects (n = 43)	Male JV subjects (n = 30)	Female subjects (n = 30)
Age in years (Mean \pm SD)	15.3 \pm 1.2	16.2 \pm 0.93	14.3 \pm 0.55	14.90 \pm 1.2
Weight in kg (Mean \pm SD)	73.4 \pm 18.6	83.9 \pm 18.0	66.6 \pm 14.4	65.2 \pm 15.9
Height in cm (Mean \pm SD)	172.3 \pm 8.9	177.6 \pm 5.6	170.7 \pm 9.3	165.7 \pm 7.7
Race n (%)				
African American or Black	39 (37.9)	22 (51.2)	5 (16.7)	18 (60) 45
White	33 (32)	6 (14)	15 (50)	6 (20) 27
Asian	2 (1.9)	1 (2.3)	1 (3.3)	1 (3.3) 3
Other	24 (27.4)	13 (30)	9 (30)	5 (16.3) 27
Ethnicity n (%)	98	42	30	30 102
Hispanic or Latino	26 (25.2)	6 (14)	16 (53.3)	7 (23.3)
Not Hispanic or Latino	75 (72.8)	36 (83.7)	13 (43.3)	23 (76.7)
Sex n (%)				
Male	73 (70.9)	43 (100)	30 (100)	0 (0)
Female	30 (29.1)	0 (0)	0 (0)	30 (100)

Abbildung 1: Auflistung der Studienteilnehmer.

Für die Repräsentativität der Schüler wollten wir diese mit der Diversitätsverteilung des offiziellen Statistik-Amtes der USA vergleichen [5]. Leider fanden wir nur Daten über die Diversitätsverteilung über alle High School Schüler und nicht nur über High School Athleten. Daraus lässt sich nicht unbedingt schliessen, dass dies auch auf die Verteilung der US-Highschoolsportler zutrifft, aber es lässt doch Zweifel offen ob die Verteilungen übereinstimmen.

Für Rasse und Ethnie gibt es scheinbar verschiedene Definitionen und Auslegungen. Beim offiziellen Amt wurde Hispanic in eine eigene Gruppe aufgeteilt, während in der Auflistung der Studie Hispanic eine Unterkategorie der Rassen ist und separat aufgeführt wurde. Recherchen ergaben, dass die Ethnie Hispanic aus jeder Rasse entstammen kann, also eine Teilmenge der Population sind. Für eine qualitative Vergleichbarkeit von Studie und Statistik haben wir nach gutem gewissen die Daten anteilmässig angepasst (auch bei extrem einseitiger Anpassung wäre die Studienverteilung weit von derjenigen des offiziellen Amtes abgewichen).

In 2 sind die beiden Diversitätverteilungen visualisiert. Der Anteil der weissen Schüler über die gesamten USA ist viel höher als die der Stichprobe der Studie (ganz rechts). Mit schwarzen Schülern ist es gleich umgekehrt, der Anteil in der Studie ist um einiges grösser als aus der Statistik. Auch der Anteil an weiblichen Athletinnen mit 30 zu 73 männlichen Athleten ist fragwürdig. Falls die Stichprobe die Grundgesamtheit nicht repräsentiert, müssten die Designgewichte angepasst werden, jedoch wird in der Studie leider nichts darüber erwähnt. Es kann sein dass die verwendete Statistiksoftware diese Probleme berücksichtigt.

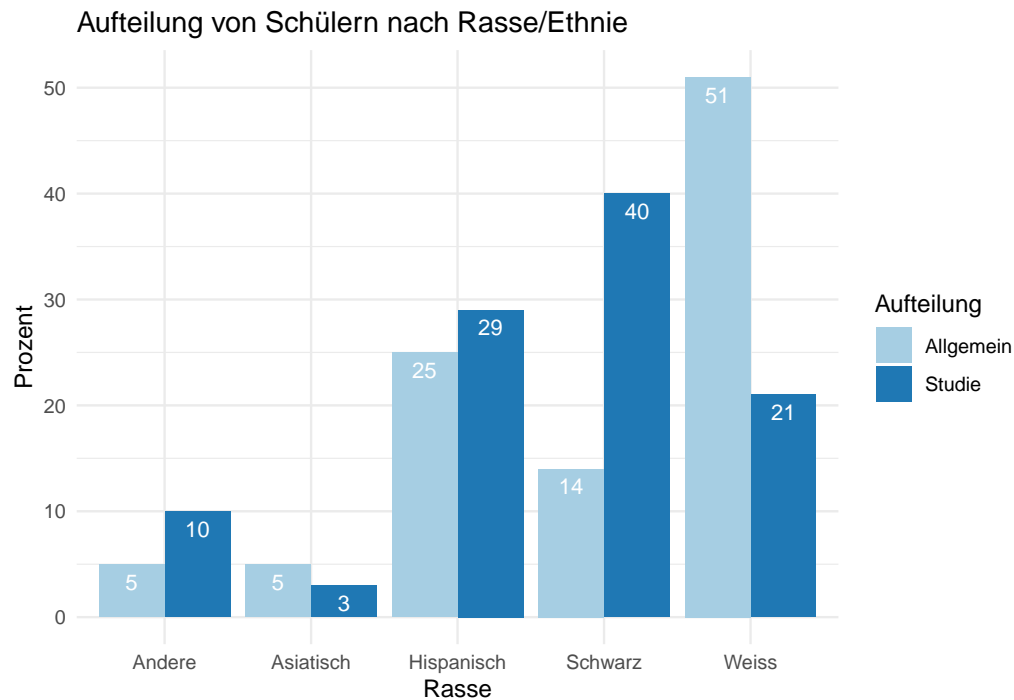


Abbildung 2: Anteile Rasse/Ethnie

Resultate

Repeated Measures ANOVA

	Overall	CM	CHO	Main effect				Interaction	
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	F (df)	p-value	ES	F(df)	p-value	ES
Body weight (kg)									
Pre	73.3 ± 18.5	70.3 ± 16.7	76.8 ± 19.8	3.34 (1, 101)	0.07	0.03	0.49 (1, 101)	0.43	0.01
Post	74.4 ± 18.8	71.0 ± 16.6	77.4 ± 20.3						
Composite Strength Score (kg)									
Pre	173.6 ± 81.9	166.8 ± 73.5	179.7 ± 89.5	11.09 (1, 49)	0.002	0.18	4.3 (1, 49)	0.04	0.08
Post	185.8 ± 80.2	187.3 ± 75.6	184.5 ± 85.5						
Bench press (kg)									
Pre	73.1 ± 32.5	71.8 ± 31.8	74.5 ± 33.7	.01 (1, 79)	0.94	<.001	5.01 (1,79)	0.03	0.06
Post	73.3 ± 31.2	74.3 ± 29.4	72.2 ± 33.5						
Squat (kg)									
Pre	104.4 ± 51.2	100.1 ± 43.1	108.5 ± 58.2	14.5 (1, 56)	<.001	0.21	1.07 (1, 56)	0.31	0.002
Post	116.2 ± 50.8	115.2 ± 46.6	117.1 ± 55.1						

Abbreviations: CHO Carbohydrate drink, CM Chocolate Milk drink, SD Standard deviation, kg Kilogram

Abbildung 3: Resulte der Studie.

In Abbildung 3 sind die Resultate und die statistischen Auswertungen dargestellt. Die Forscher arbeiteten mit SPSS und machten einen Repeated Measures ANOVA Test. Mit diesem Test kann man untersuchen, ob die Stichprobenmittelwerte der Differenzen gleich dem Mittelwert der Population seien oder ob sich diese voneinander unterscheiden. Man untersucht hier also abhängige, gepaarte Stichproben. Für 2 Gruppen möchte man den vorher - nachher Unterschied analysieren.

Laut dem p-Wert bei Composite Strength Score, soll der Unterschied des Kraftaufbaus von CM zu CHO signifikant sein, sowie auch bei Squat. Schaut man auf die Körpergewichte fällt auf, das selbst diese schon beinahe einen signifikanten Unterschied aufweisen. Ohne die Daten selber zu untersuchen können wir diese Testreihe nicht auf ihre Gültigkeit überprüfen. Laut eines Artikels [6] soll dieser häufig verwendete Test aber nicht sehr zuverlässig sein, wenn die Daten fehlende Werte aufweisen. In dieser Studie wurde die Stichprobe von 131 auf 103 reduziert und man weiss nicht was mit den fehlenden Werten geschehen ist. Der Umgang mit diesem Sachverhalt spiele eine zentrale Rolle für eine mögliche Verzerrung des RM ANOVA Tests.

z-Test

Auf den ersten Blick erkennt man in den Resultaten für CHO und CM grosse Unterschiede.

Bei Squat unterscheidet sich der Mittelwert sogar um mehr als 10kg, wie in Abbildung 3 rot markiert zu sehen ist. Um statistisch zu beurteilen, wenden wir den z-test an und schauen ob die Unterschiede signifikant sind.

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\frac{sd_1^2}{n_1} + \frac{sd_2^2}{n_2}} \quad (1)$$

mit:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Da nicht angegeben ist wieviele Teilnehmer welches Getränk bekommen haben, (in der Studie wird auf eine zufällige Zuteilung hingewiesen), nehmen wir für die Hypothesentests die Aufteilung 51/52 an.

Wie man in Tabelle 1 erkennt sind die CM und CHO Stichproben nicht signifikant von 0 verschieden, zumindest statistisch unter der Annahme $CM = n_1 = 51$ und $CHO = n_2 = 52$ sind die Aufteilungen also brauchbar.

Tabelle 1: Z test für PRE CM und CHO

	Weight	Composite Strength	Benchpress	Squat
z	-0.4997055	-0.0496212	-0.0647973	-0.0827073
p	0.6177790	0.9609190	0.9489700	0.9346470

Welch's t-Test

Mit dem Welch's t-Test möchten wir untersuchen ob jeweils 2 Stichproben einen gemeinsamen Mittelwert haben. Dieser Test ist eine Erweiterung des Student's t-Test welcher aber vertrauenswürdiger sein soll bei ungleichen Varianzen und unterschiedlichen Stichprobengrößen [7]. Wie vorhin beim z-Test gehen wir von $CM = n_1 = 51$ und $CHO = n_2 = 52$ aus.

Getestet wurden jeweils folgende Stichprobenmittelwerte:

- Vorher Alle Teilnehmer ~ Nachher Alle Teilnehmer
- Vorher CM-Gruppe ~ Nachher CM-Gruppe
- Vorher CHO-Gruppe ~ Nachher CHO-Gruppe
- Vorher CM-Gruppe ~ Vorher CHO-Gruppe
- Nachher CM-Gruppe ~ Nachher CHO-Gruppe

Sämtliche Tests führen auf keinen signifikanten Unterschied der verschiedenen Stichprobenmittelwerte. Beim betrachten der Stichprobenmittelwerte und Standardabweichungen in 3 macht dies durchaus Sinn, die Intervalle überschneiden sich. Lediglich die p-Werte der CM-Gruppe für die Squats weisen im vorher-nachher-Vergleich zu einem 10%-igen Niveau einen Effekt auf, siehe Tabelle 2.

Tabelle 2: Squat: p-Werte

		Nachher		
		Alle	CM	CHO
Vorher	Alle	0.0984		
	CM		0.0904	
	CHO			0.4409

Tabelle 3: Squat: p-Werte

		CHO	
		Vorher	Nachher
CM	Vorher	0.4067	
	Nachher		0.8582

Gedankenexperiment zu Nonresponses

Gehe man davon aus, dass die 28 fehlenden Werte alle aus der CHO-Gruppe stammen. Alle 28 wären Football-Spieler einer Mannschaft mit einem mittlerem Körpergewicht von 90kg und einer Standardabweichung von 4kg. Der Vorher-Mittelwert mit $n_2 = 52$ von 76.8 ± 19.8 würde sich qualitativ durch das hinzufügen der 28 Footballspieler beispielsweise auf $n_2 = 80$ mit 81 ± 17.9 verändern. So eine Veränderung der Stichprobe hätten einen Einfluss auf die Resultate und würde diese verzerren.

Vergleich zu andere proteinhaltige Getränke

Einnahme von Protein hat einen klaren Einfluss auf den Muskelaufbau [8]. Getestet wurde eine proteinhaltige Schokoladenmilch gegen ein proteinfreies Sportgetränk, die Nährstoffe sind in Abbildung 4 ersichtlich. Wie sähe die Studie aus, wenn man zusätzlich ein anderes proteinhaltiges Sportgetränk mitgetestet hätte? Die Studie wurde von Milchprodukt-Vertreten finanziert. Möglicherweise war dies nicht in deren Interesse, da sie den Effekt anhand von einem Milchprodukt testen wollten und einen möglichst grossen Unterschied in den Produkten sehen wollten.

	CM	CHO
Volume (mL)	473.1	709.7
CHO (g)	44	42
PRO (g)	16	0
Fat (g)	5	0
Sodium (Na) (mg)	360	320
Kcal	300	160

Abbreviations: CHO Carbohydrate, PRO Protein, CM Chocolate Milk, g gram, mg milligram, Kcal Total kilocalories

Abbildung 4: Makronährstoffe der verabreichten Getränke.

Weiter Bemerkungen

Eine Erweiterung der Studie mit einer Placebo-Versuchsgruppe wäre interessant gewesen.

Die Studie geht in ihrem Fazit auf den Einfluss der Ernährung ein. Sie erkennen dies als ein Problem an, da sie nicht kontrollieren können, ob ein Teilnehmer beispielsweise eine grosse Menge an proteinreichen Produkten neben dem Training zu sich nimmt. Wenn beispielsweise ein Studienteilnehmer aus der CHO-Gruppe sich sehr proteinreich ernährt, dann würde auch er von den Vorteilen einer proteinreichen Ernährung profitieren (seine Ernährung würde den Muskelaufbau unterstützen).

Referenzen

- [1] A. Chesire, “NEW RESEARCH: CHOCOLATE MILK VS. REGULAR SPORTS DRINK.” <https://www.dairydiscoveryzone.com/blog/new-research-chocolate-milk-vs-regular-sports-drink> (accessed Aug. 22, 2017).
- [2] P. A. C. Katelyn A. Born Erin E. Dooley and J. B. Bartholomew, *Chocolate milk versus carbohydrate supplements in adolescent athletes: A field based study*. online: Born et al. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2019, p. 9.
- [3] N. F. of State High School Associations, *Highschool athletics participation survey*. online: National Federation of State High School Associations, 2014–2015, pp. p. 53–71.
- [4] N. I. R. Center, *Lactose intolerance information for health care providers*. U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, January 2006, p. 2.
- [5] U. S. C. Bureau, “Classroom diversity on the rise.” <https://www.census.gov/library/visualizations/2018/comm/classroom-diversity.html> (accessed May 04, 2021).
- [6] J. H. K. Ralitza Gueorguieva, *Move over ANOVA*. <https://jamanetwork.com/journals/jamapsychiatry/article-abstract/481967>: Archives of General Psychiatry, March 2004, p. 9.
- [7] G. D. Ruxton, *The unequal variance t-test is an underused alternative to student’s t-test and the mann–whitney u test*. <https://academic.oup.com/beheco/article/17/4/688/215960>: Behavioral Ecology, May 2004, p. 2.
- [8] D. P. K. Kelsey M. Mangano Shivani Sahni, *Lactose intolerance information for health care providers*. <https://academic.oup.com/ajcn/article/105/3/714/4569695>: The American Journal of Clinical Nutrition, February 2017, p. 9.